Editora Bernoulli

QUÍMICA

Volume 02

Sumário - Química

Frente A

03 — 3 — Análise imediata
Autores: Marcos Raggazzi, Fabiano Guerra

04 — 15 — Introdução à Termoquímica
Autor: Marcos Raggazzi

Frente B

03 — 23 — Misturas gasosas, efusão e difusão
Autor: Marcos Raggazzi

04 — 29 — Introdução à Cinética Química
Autor: Marcos Raggazzi

Frente C

05 — 39 — Classificação periódica
Autores: Fabiano Guerra, Marcos Raggazzi

06 — 49 — Propriedades periódicas
Autores: Fabiano Guerra, Marcos Raggazzi

07 — 59 — Ligações iônicas
Autores: Fabiano Guerra, Marcos Raggazzi

08 — 67 — Ligações covalentes I
Autores: Fabiano Guerra, Marcos Raggazzi

Frente D

05 — 75 — Hidrocarbonetos alifáticos
Autores: Marcos Raggazzi, Fabiano Guerra

06 — 85 — Compostos aromáticos
Autores: Fabiano Guerra, Marcos Raggazzi

07 — 93 — Álcoois, fenóis e éteres
Autores: Marcos Raggazzi, Fabiano Guerra

08 — 101 — Aldeídos e cetonas
Autores: Marcos Raggazzi, Fabiano Guerra

QUÍMICA

Análise imediata

MÓDULO 03 FRENTE A

É raro encontrarmos substâncias puras na natureza. Comumente, encontramos substâncias impuras, que são misturas de uma substância principal e outras que constituem a sua impureza.

Aos processos de separação de misturas, damos o nome de análise imediata.

SEPARAÇÃO DAS MISTURAS HETEROGÊNEAS CUJAS FASES SÃO TODAS SÓLIDAS

Catação

Separa uma mistura entre dois sólidos que possuem grãos diferentes em relação ao tamanho, à cor ou ao formato. Os fragmentos de um dos sólidos são "catados" com a mão ou com uma pinça.

Exemplos: Arroz e feijão; cristais de isômeros dextrógiros e levógiros.

Ventilação

A fase menos densa é separada por uma corrente de ar.

Exemplo: Separação dos grãos de arroz da casca nas máquinas de beneficiamento.

Levigação

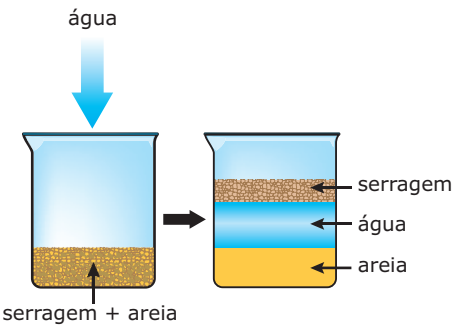
A fase mais leve é separada e arrastada por uma corrente de água.

Exemplo: Separação de areia do ouro: a areia é arrastada pela corrente de água.

Flotação

Utiliza-se um líquido, normalmente a água, como elemento de separação de dois sólidos em que um deles possui densidade menor que a desse líquido. Isso faz com que o sólido menos denso fique sobrenadando. Vale lembrar que esses sólidos não podem ser solúveis nesse líquido.

Exemplos: Separação da serragem da areia e do alpiste da areia pela água.

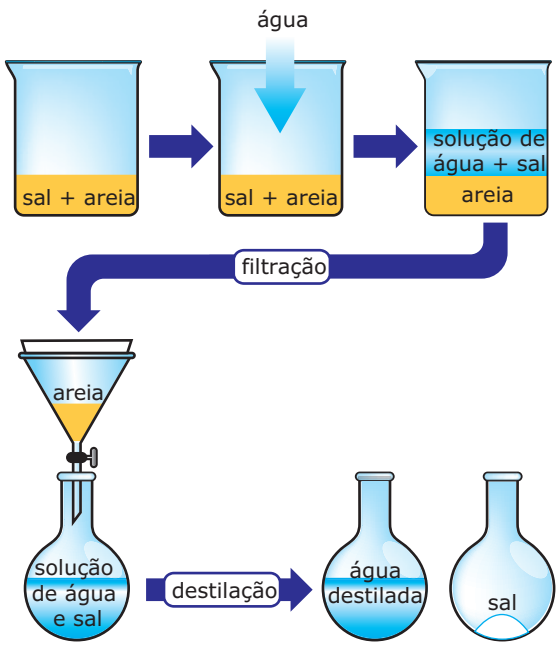


Flotação

Dissolução fracionada ou extração por solvente

Introduz-se a mistura num líquido que dissolva somente um dos componentes: o componente insolúvel é separado da solução por filtração. Por evaporação ou por destilação da solução, separa-se o componente dissolvido do respectivo líquido.

Exemplo: Separação de sal e areia pela água.

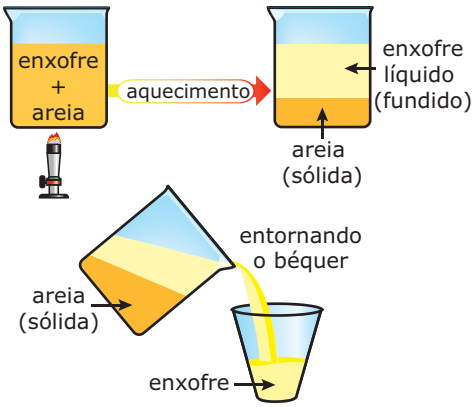


Separação de sólidos por dissolução fracionada

Fusão fracionada

Separa ligas metálicas, como ouro e prata de uma aliança, e quaisquer misturas entre sólidos. Levando a mistura a alto aquecimento, o componente que possuir o menor ponto de fusão "derreterá" primeiro.

Exemplo: Separação de areia + enxofre.



Separação de sólidos por fusão fracionada

Cristalização fracionada ou evaporação

Método natural utilizado para a separação de uma mistura homogênea ou heterogênea de um sólido e um líquido ou entre dois sólidos, neste caso, com a adição de um solvente apropriado. Espontaneamente, com o passar do tempo, o líquido (ou solvente) evapora, restando o sólido. Na separação de dois sólidos, os componentes cristalizam-se separadamente, à medida que vão sendo atingidos seus limites de solubilidade (coeficientes de solubilidade).

Exemplo: Obtenção de sais a partir da água do mar.

Peneiração ou tamização

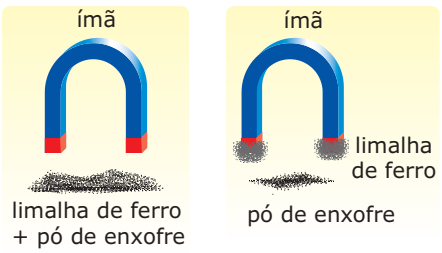
É o método utilizado para separar misturas de sólidos em que o tamanho dos grãos é diferente.

Exemplo: Separação de areia fina das pedras.

Separação magnética

Ocorre quando um dos componentes da mistura possui propriedade magnética, podendo ser atraído por um ímã.

Exemplo: Separação da mistura limalha de ferro + pó de enxofre.



Separação magnética

Sublimação

Processo usado quando um dos sólidos sofre sublimação. Por aquecimento da mistura, o componente que sublima se separa, no estado de vapor e, em seguida, cristaliza-se.

Exemplo: Purificação do iodo e da naftalina.

SEPARAÇÃO DAS FASES DE OUTRAS MISTURAS HETEROGÊNEAS

Filtração

Processo de separação da mistura de um sólido e um líquido em que o sólido ficará retido no papel de filtro. A filtração também pode ocorrer em uma mistura sólido-gás e, neste caso, a separação é feita sempre por sucção do gás.

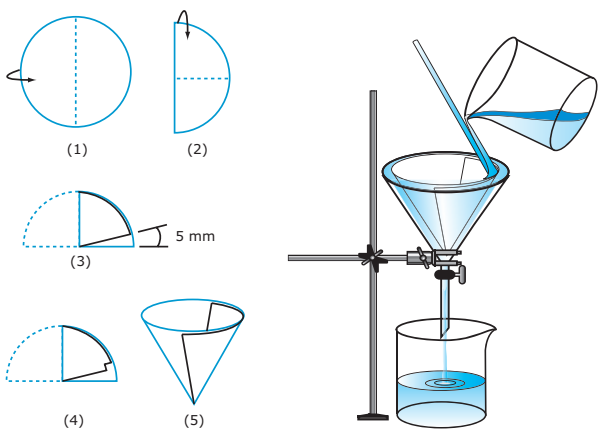
Exemplos: Filtração da mistura água e areia e do ar no aspirador de pó.

Filtração comum ou por gravidade

É um processo lento e recomendado quando o sólido possui grãos de tamanho médio e grande.

A filtração da mistura sólido-líquido é feita comumente em laboratório, por meio de papel de filtro adaptado em funil.

Exemplo: Filtração da mistura água e pó de café no coador.



Filtração comum com papel de filtro

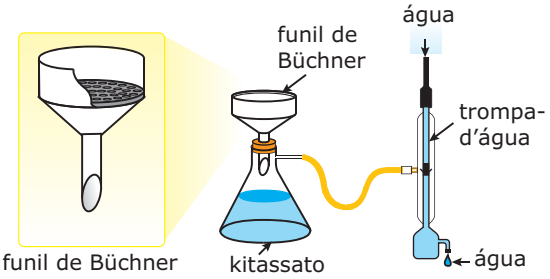
Filtração a vácuo

Processo rápido realizado quando os grãos do sólido são muito pequenos. É obtida por sucção.

Na filtração a vácuo de uma mistura sólido-líquido, usa-se um **funil de Büchner** – funil de porcelana que tem fundo chato, perfurado, sobre o qual se coloca o papel de filtro. A sucção do ar é comumente feita com trompa de água.

A filtração a vácuo é também chamada filtração com sucção ou, ainda, filtração a pressão reduzida.

Exemplo: Filtração a vácuo na purificação de uma amostra de ácido benzoico por recristalização.

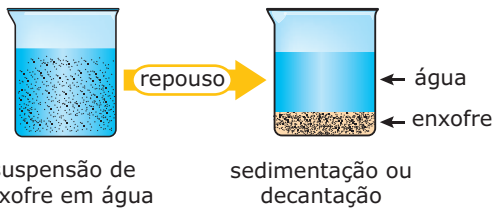


Filtração a vácuo

Decantação

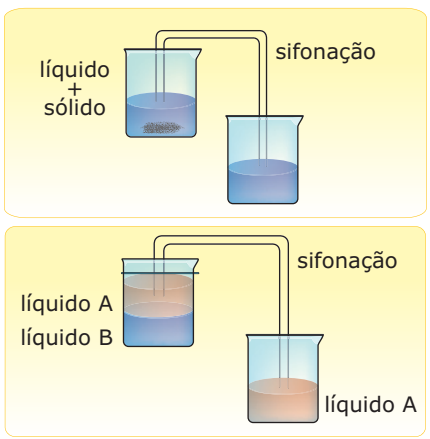
Baseia-se no repouso de uma mistura heterogênea em que a substância menos densa se localiza sobre a substância mais densa.

Agitando-se uma mistura de água e enxofre em pó, obtemos, inicialmente, uma suspensão de enxofre em água. Deixando-se a mistura em repouso, depois de algum tempo, há uma sedimentação do enxofre sólido, separando-se, assim, da água.



Decantação de uma mistura sólido + líquido

Exemplo: Em uma mistura de água e areia, após o repouso, a água ficará na superfície, enquanto a areia irá se depositar no fundo do recipiente. Para isolarmos os dois componentes da mistura, devemos utilizar uma mangueira que, por sucção, retirará o líquido. Esse processo é denominado **sifonação**.

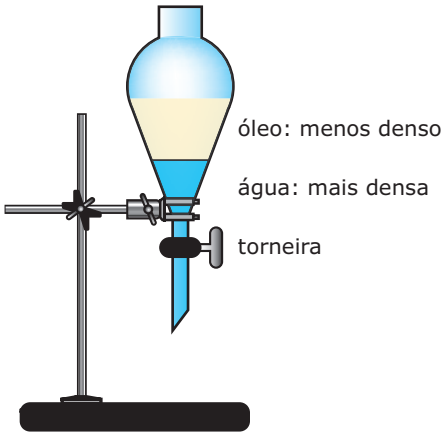


Sifonação

Quando a decantação for utilizada para separar dois líquidos que não se dissolvem (imiscíveis), devemos colocar a mistura em um aparelho especial cujo nome é **funil de bromo** ou **funil de decantação**.

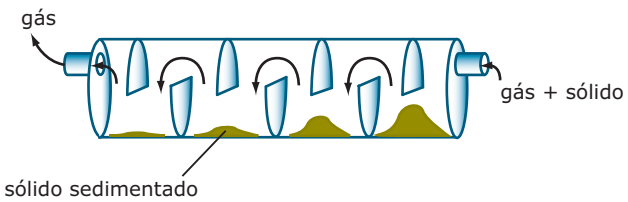
Consiste em um balão com uma torneira na sua parte inferior, que permite o escoamento do líquido que constitui a fase mais densa.

Exemplo: Água e óleo.



Decantação com funil de bromo

Numa mistura sólido-gás, a decantação pode ser feita em **câmara de poeira** ou **chicana**, equipamento usado industrialmente.



Decantação de uma mistura sólido + gás

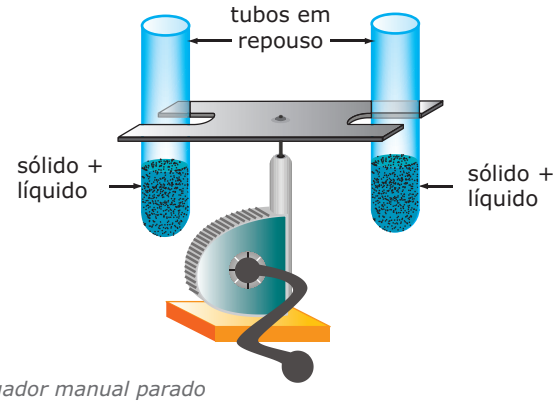
Floculação

Método de separação de mistura que se baseia na adição de agente floculante, como $A\ell_2(SO_4)_3$ (sulfato de alumínio) ou $FeC\ell_3$ (cloreto férrico), que aglutina as impurezas sólidas formando pequenos flóculos mais densos do que a fase líquida, os quais decantarão lentamente.

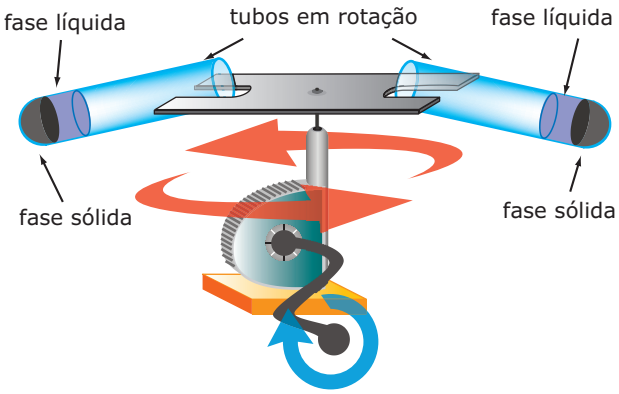
Exemplos: Nas estações de tratamento de água e na limpeza de piscinas.

Centrifugação

A decantação, vista anteriormente, é um processo lento, pois depende da ação da gravidade sobre as partículas. Porém, se imprimirmos às partículas dispersas uma aceleração bem maior, a deposição do sólido será mais rápida. Esse tipo de deposição pode ser obtido por meio de um **centrifugador**.



Centrifugador manual parado



Centrifugador manual em rotação

SEPARAÇÃO DOS COMPONENTES DAS MISTURAS HOMOGÊNEAS

Gás + gás

O processo mais utilizado para realizar a separação dos componentes desse sistema é a liquefação fracionada, realizada a altas pressões e lento resfriamento de uma mistura gasosa. O gás que possuir maior temperatura de ebulição será retirado primeiro.

É dessa forma que separamos o oxigênio e o nitrogênio encontrados no ar. No caso particular da separação dos componentes do ar, é mais conveniente liquefazer a mistura (o ar) e depois separar os seus componentes por destilação fracionada.

Nas máscaras contra gases venenosos, estes são separados do ar, que é respirado por um processo de adsorção. Existem sólidos, como o carvão ativado, que adsorvem os gases venenosos e deixam passar apenas o ar. Nos filtros de cigarros, também há separação por adsorção.

Gás + líquido

Por aquecimento da mistura, o gás é expulso do líquido, pois, geralmente, a solubilidade de um gás num líquido diminui com a elevação da temperatura. Assim, com a elevação da temperatura, uma água gaseificada ou um refrigerante, por exemplo, perdem o gás, isto é, o CO_2 dissolvido é liberado.

Outras maneiras de se expulsar o gás dissolvido num líquido:

A) Agitar a solução. Assim, agitando-se um refrigerante, há formação de muita espuma, devido à liberação do gás.

B) Diminuir a pressão. Assim, quando uma garrafa de refrigerante é aberta, a pressão interna diminui e há liberação do gás dissolvido.

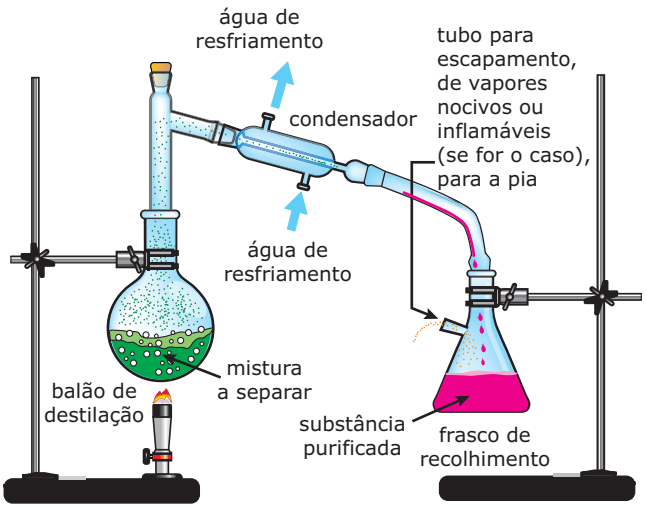
Gás + sólido

Por simples aquecimento, o gás é expulso do sólido. Esse processo é inadequadamente chamado de destilação seca.

Exemplo: Aquecimento da madeira, em que há liberação de metanol (CH_3OH).

Sólido + líquido

O processo utilizado nesse caso é o da destilação, que separa tanto misturas homogêneas como heterogêneas a partir de um aquecimento contínuo. A substância mais volátil possui menor temperatura de ebulição e vaporiza primeiro. No estado de vapor, essa substância é resfriada no condensador, transformando-se novamente em líquido e recolhida em um novo frasco.



Destilação simples em laboratório

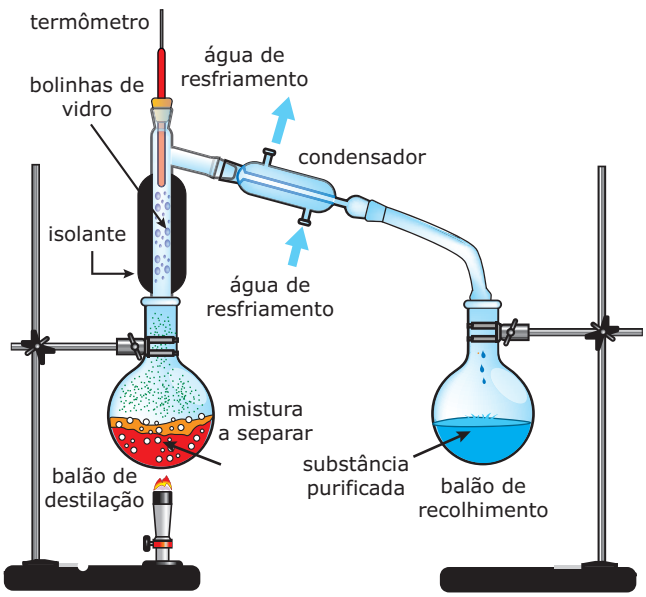
Líquido + líquido

O método usado é o da destilação fracionada. Os líquidos destilam-se, separadamente, à medida que os seus pontos de ebulição vão sendo atingidos.

Para efetuar a destilação fracionada, usa-se uma coluna de fracionamento.

Um dos tipos de coluna de fracionamento consiste em um tubo de vidro relativamente longo, cheio de bolinhas de vidro, em cuja superfície ocorre a condensação do vapor. O vapor sobe pela coluna, sofre sucessivas condensações seguidas de vaporizações, enriquece-se do componente mais volátil e, ao sair da coluna de fracionamento, é constituído, praticamente, de 100% do componente mais volátil. Assim, na parte superior da coluna de fracionamento, o vapor é mais rico em componente mais volátil, e, na parte inferior é mais rico em componente menos volátil.

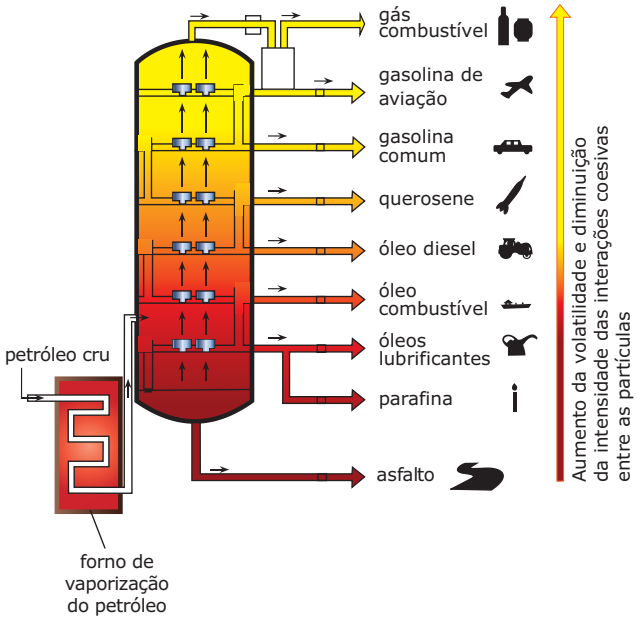
A destilação fracionada será tanto mais eficaz quanto maior for a diferença de pontos de ebulição entre os líquidos e maior for o tamanho da coluna de fracionamento, ou seja, maior for a superfície para ocorrer a condensação dos vapores.



Destilação fracionada em laboratório

Exemplos: Fabricação de cachaça, refino do petróleo (para obtenção de gasolina e óleo diesel), etc.

Na indústria petroquímica, utiliza-se a destilação fracionada para separar as diferentes frações do petróleo. Nesse caso, utiliza-se uma coluna de fracionamento constituída de "pratos e bandejas".



Destilação fracionada do petróleo

Cada uma das frações do petróleo corresponde a uma mistura de substâncias com pontos de ebulição bastante próximos e, por esse motivo, destilam-se em uma determinada faixa de temperatura.

Quanto menos intensas são as interações coesivas entre as partículas que formam os componentes de uma fração, menor será a faixa de temperatura na qual essa fração será separada das demais.

MÉTODOS QUÍMICOS

Obtenção de álcool etílico anidro (100 °GL) a partir de álcool etílico hidratado 96 °GL

Nesse caso, é adicionada cal virgem, CaO, ao álcool hidratado. O óxido reage com a umidade formando cal hidratada, $Ca(OH)_2$, que pode facilmente ser removida da mistura por filtração, pois é insolúvel em etanol.

Separação de substâncias explorando as mudanças de solubilidade em diferentes valores de pH

Na separação do ácido benzoico (C_6H_5COOH) do benzeno (C_6H_6), pode-se utilizar solução aquosa de NaOH, o que leva à formação de benzoato de sódio ($C_6H_5COO^-Na^+$). Este último passa para a fração aquosa (mais densa) que pode ser separada do benzeno (menos denso) por decantação em funil. O ácido benzoico pode ser recuperado tratando-se a solução aquosa com solução de ácido forte.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01. (UFOP-MG–2009) Um aluno encontrou em um laboratório três frascos contendo três misturas binárias, conforme descrito a seguir.

1ª mistura: heterogênea, formada por dois sólidos.

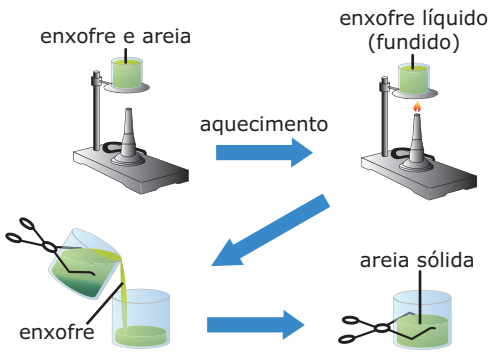
2ª mistura: heterogênea, formada por dois líquidos.

3ª mistura: homogênea, formada por dois líquidos cujos pontos de ebulição diferem em 20 ºC.

Marque a alternativa que indica os processos de separação **MAIS ADEQUADOS** para recuperar as substâncias originais na 1ª, 2ª e 3ª misturas, respectivamente.

A) Filtração, decantação e destilação simples
B) Evaporação, destilação simples e decantação
C) Decantação, destilação simples e destilação fracionada
D) Sublimação, decantação e destilação fracionada

02. (FMTM-MG) Observe o processo de separação de uma mistura constituída de areia e enxofre.



O processo empregado é

A) decantação.
B) flotação.
C) fusão fracionada.
D) dissolução fracionada.
E) cristalização fracionada.

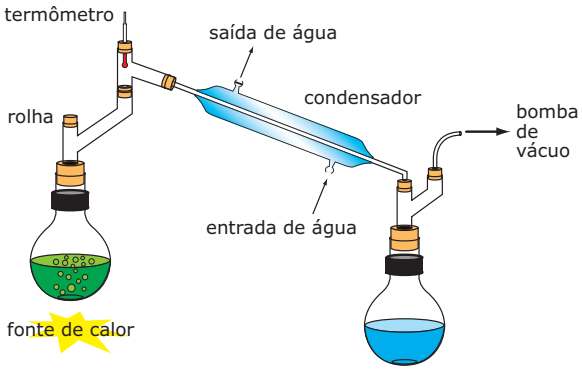
03. (ITA-SP) Qual das alternativas a seguir contém a associação **CORRETA** dos procedimentos de laboratório, listados na 1ª coluna, com suas respectivas denominações, listadas na 2ª coluna?

1. Adição de 20 mL de água a uma solução aquosa saturada em cloreto de sódio, contendo um grande excesso de sal sedimentado, tal que ainda permaneça precipitado após a adição de mais solvente.
2. Adição de 20 mL de água a uma solução aquosa não saturada em cloreto de sódio.
3. Retirada de fenol, solúvel em água e em éter etílico, de uma solução aquosa, por agitação com uma porção de éter etílico seguida por separação da fase orgânica da fase aquosa.
4. Dissolver glicose em água e a essa solução juntar etanol para que surjam novamente cristais de glicose.
5. Adição de 20 mL de água a nitrato de potássio cristalino.

a. Dissolução
b. Extração
c. Diluição
d. Recristalização

A) 1a, 2c, 3b, 4d, 5a
B) 1c, 2c, 3a, 4b, 5a
C) 1a, 2a, 3a, 4d, 5c
D) 1c, 2a, 3b, 4b, 5c
E) 1a, 2a, 3c, 4d, 5c

04. (PUC Minas) Considere a montagem representada a seguir, usada para destilar um líquido que possui alto ponto de ebulição (180 ºC) à pressão atmosférica. Se, na posição indicada pela seta, conectarmos uma bomba de vácuo, a pressão dentro do sistema vai diminuir. Com isso, é **CORRETO** afirmar:



A) O líquido entrará em ebulição a uma temperatura inferior a 180 ºC.
B) Em uma dada temperatura, a pressão de vapor do líquido será maior do que a pressão de vapor antes da conexão do vácuo.
C) As forças intermoleculares presentes no líquido serão mais fracas.
D) Será preciso um aquecimento mais vigoroso para que o líquido entre em ebulição.

05. (UFMG) Pode-se obter etanol anidro – isto é, etanol isento de água – pela adição de óxido de cálcio ao etanol hidratado. Nesse caso, o óxido de cálcio, também conhecido como cal viva ou cal virgem, retira a água do sistema, ao reagir com ela, formando hidróxido de cálcio, segundo a equação:

$$CaO_{(s)} + H_2O_{(\text{dissolvida em álcool})} \rightarrow Ca(OH)_{2(s)}$$

Considerando-se esse processo de obtenção de álcool anidro, é **CORRETO** afirmar que

A) o álcool pode ser separado do hidróxido de cálcio por uma filtração.
B) o hidróxido de cálcio reage com etanol.
C) o óxido de cálcio é solúvel em etanol.
D) o sistema formado por etanol e água é heterogêneo.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. (Unifor-CE) As proposições a seguir estão relacionadas com o estudo de sistemas materiais.

I. Num sistema homogêneo sólido + líquido, o soluto pode ser separado por evaporação do solvente.

II. Um sólido dissolvido num líquido pode ser separado por filtração.

III. O ar empoeirado pode ser citado como exemplo de sistema heterogêneo sólido + gás.

IV. A destilação fracionada é indicada no fracionamento de misturas líquidas formadas por componentes com diferentes pontos de ebulição.

V. A mistura de dois líquidos miscíveis constitui sistema bifásico.

O número de afirmações é

A) 1. B) 2. C) 3. D) 4. E) 5.

02. (Mackenzie-SP–2006) O processo **INADEQUADO** para separar uma mistura heterogênea sólido-líquido é

A) filtração.
B) decantação.
C) centrifugação.
D) destilação.
E) sifonação.

03. (VUNESP) Na preparação do café, a água quente entra em contato com o pó e é separada no coador. As operações envolvidas nessa separação são, respectivamente,

A) destilação e decantação.
B) filtração e destilação.
C) destilação e coação.
D) extração e filtração.
E) extração e decantação.

04. (Mackenzie-SP) Para se separar os componentes de uma mistura heterogênea formada por um líquido e um sólido, deve-se fazer uma

A) destilação simples.
B) titulação.
C) condensação.
D) destilação fracionada.
E) filtração simples.

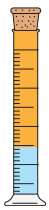
05. Uma das etapas do funcionamento de um aspirador de pó, utilizado na limpeza doméstica, é uma

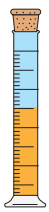
A) filtração.
B) decantação.
C) sedimentação.
D) centrifugação.
E) sifonação.

06. (UFU-MG–2006) Quando o álcool está com "bom preço", é comum adulterarem a gasolina com adição de álcool acima dos 20% V/V, atualmente permitidos por lei. A gasolina batizada (adulterada) cria uma série de problemas para o motor. Uma maneira de verificar a qualidade da gasolina com etanol anidro em excesso é fazer o Teste da Proveta. Esse teste consiste em adicionar 50 mL de uma solução aquosa saturada com cloreto de sódio em uma proveta de 100 mL, contendo 50 mL da gasolina. Em seguida, a proveta é agitada e deixada em repouso por alguns minutos.

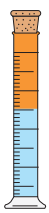
Assinale a alternativa que representa, no Teste da Proveta, uma gasolina adulterada.

Dados: Densidade da água = 1 $g.cm^{-3}$; densidade da mistura álcool / gasolina < 1 $g.cm^{-3}$.

A)


B)


C)

D)


07. (ESPM-SP) Dissolve-se um grama de açúcar e um grama de sal em um litro de água e filtra-se. Qual substância ficará retida?

08. (UFTM-MG–2009) Em 1849, Usiglio identificou e quantificou as substâncias obtidas pela evaporação da água do mar. A tabela a seguir mostra os resultados de seu trabalho.

Sais depositados durante a concentração de água do mar (gramas)*

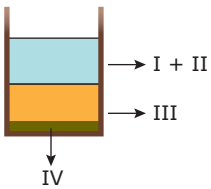
Volume (litros)	Fe_2O_3	$CaCO_3$	$CaSO_4.2H_2O$	$NaC\ell$	$MgSO_4$	$MgC\ell_2$	NaBr	$KC\ell$
1,000	—	—	—	—	—	—	—	—
0,533	0,0030	0,0642	—	—	—	—	—	—
0,316	—	—	—	—	—	—	—	—
0,245	—	—	—	—	—	—	—	—
0,190	—	0,0530	0,5600	—	—	—	—	—
0,1445	—	—	0,5620	—	—	—	—	—
0,131	—	—	0,1840	—	—	—	—	—
0,112	—	—	0,1600	—	—	—	—	—
0,095	—	—	0,0508	3,2614	0,0040	0,0078	—	—
0,064	—	—	0,1476	9,6500	0,0130	0,0356	—	—
0,039	—	—	0,0700	7,8960	0,0262	0,0434	0,0728	—
0,0302	—	—	0,0144	2,6240	0,0174	0,0150	0,0358	—
0,023	—	—	—	2,2720	0,0254	0,0240	0,0518	—
0,0162	—	—	—	1,4040	0,5382	0,0274	0,0620	—
0,0000	—	—	—	2,5885	1,8545	3,1640	0,3300	0,5339
Total:	0,0030	0,1172	1,7488	29,6959	2,4787	3,3172	0,5524	0,5339

*Segundo Usiglio, 1849 (B.K. Skinner) K.K. Turekian. *O homem e o oceano*, 1997.

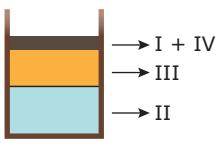
O trabalho de Usiglio exemplifica um processo de separação de misturas conhecido como

A) filtração.
B) centrifugação.
C) cristalização fracionada.
D) decantação.
E) destilação fracionada.

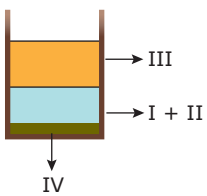
09. (UFVJM-MG–2009) Uma mistura é composta por $NaC\ell$ (I), água (II), gasolina (III) e areia (IV). Sabendo que a densidade da gasolina é menor que a densidade da água, e que a densidade de uma solução aquosa de $NaC\ell$ é próxima da densidade da água pura, analise estes quatro sistemas propostos.



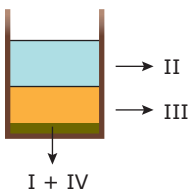
sistema 1



sistema 3



sistema 2



sistema 4

Com base nesses dados, assinale a alternativa que representa o sistema obtido e as técnicas que podem ser utilizadas para separar os constituintes dessa mistura, respectivamente.

A) Sistema 1; filtração, destilação, decantação
B) Sistema 2; filtração, decantação, destilação
C) Sistema 3; decantação, dissolução fracionada, filtração
D) Sistema 4; decantação, filtração, dissolução fracionada

10. (FEI-SP) Submetendo-se a areia aurífera a uma corrente de água, os grãos de areia, bem mais leves, são arrastados, separando-se dos grãos de ouro. Esse método de separação é denominado

A) flotação.
B) levigação.
C) decantação.
D) catação.
E) tamização.

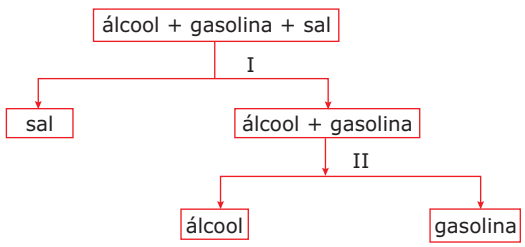
11. (CEFET-MG–2011) Um aluno recebeu uma mistura bifásica formada por três substâncias cujas características são descritas na tabela seguinte.

Substâncias	Solubilidade em água	Temperatura de fusão (ºC)	Temperatura de ebulição (ºC)
A	Insolúvel	–98	50
B	Solúvel	18	290
C	Insolúvel	80	218

Na temperatura de 25 ºC, a sequência correta empregada para separar os três componentes da mistura é

A) centrifugação e filtração.
B) sifonação e fusão fracionada.
C) decantação e destilação simples.
D) destilação simples e sublimação.
E) filtração e destilação fracionada.

12. (FCMMG) O esquema a seguir é relativo à separação dos componentes de uma mistura de álcool, gasolina e sal de cozinha.



Os processos usados em I e II são, respectivamente,

A) decantação e filtração.
B) destilação fracionada e filtração.
C) filtração e destilação fracionada.
D) dissolução fracionada e decantação.

13. (UFJF-MG–2009) O mercúrio é um metal líquido à temperatura ambiente. Ele é utilizado no garimpo para extração de ouro, formando com este uma mistura homogênea. Para separar os dois metais, basta aquecer a mistura para que o mercúrio se evapore. Considerando-se essas informações, é **INCORRETO** afirmar que

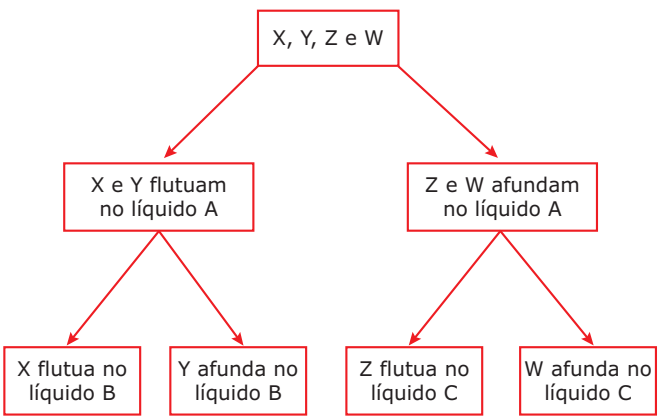
A) a separação dos dois metais pode ser realizada utilizando-se o método de destilação.
B) a mistura dos metais apresenta duas fases.
C) o mercúrio se evapora em uma temperatura mais baixa que a do ouro.
D) o ouro se funde em uma temperatura mais alta que a do mercúrio.
E) o mercúrio é mais volátil que o ouro.

14. (FUVEST-SP) Uma mistura gasosa constituída de dois gases, que não reagem entre si, foi liquefeita. Se o líquido obtido for submetido a uma destilação fracionada, à pressão constante, qual o componente que destila primeiro?

15. (UFVJM-MG–2008) Nesta tabela, são apresentadas as densidades de quatro substâncias e as densidades de três líquidos que podem ser usados para separação de uma mistura das quatro substâncias, empregando a técnica de flotação.

Substância	Líquido	Densidade (g/cm³)
Substância 1	—	0,65
Substância 2	—	0,95
Substância 3	—	1,05
Substância 4	—	1,35
—	Líquido A	1,0
—	Líquido B	0,8
—	Líquido C	1,25

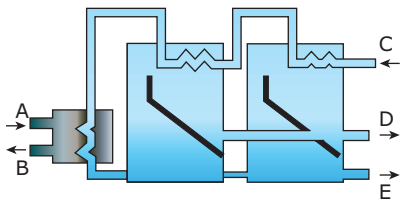
Na forma de fluxograma, é apresentado um resumo dos testes de uma mistura das substâncias apresentadas na tabela anterior. Admita que X, Y, Z e W representam as quatro substâncias.


X, Y, Z e W
X e Y flutuam no líquido A
Z e W afundam no líquido A
X flutua no líquido B
Y afunda no líquido B
Z flutua no líquido C
W afunda no líquido C

Com base nos dados apresentados, é **CORRETO** afirmar que

A) X pode ser a substância 3.
B) Z pode ser a substância 2.
C) Y pode ser a substância 1.
D) W pode ser a substância 4.

16. (Unicamp-SP–2011) O Brasil é um país privilegiado no que diz respeito ao estoque de água doce. Estima-se em 1 400 000 km³ o volume total de água na Terra, sendo cerca de 35 000 km³ de água doce. Desses 35 000 km³, o Brasil possui 12%. Em alguns países, no entanto, a água doce tem que ser obtida pelo uso de metodologias complexas e caras. Uma proposta recente sugere a utilização de energia geotérmica (fluido geotérmico) para a obtenção de água dessalinizada a partir da água salgada. O esquema a seguir, em que as setas indicam o sentido dos fluxos, resume a metodologia a ser empregada.



Considerando-se as informações do texto e o conhecimento químico, pode-se afirmar que, nesse processo, o fluido geotérmico entra em

A) **C** e sai em **E** e a água salina entra em **A**, enquanto em **B** sai a água dessalinizada e em **D** sai uma água mais salgada.

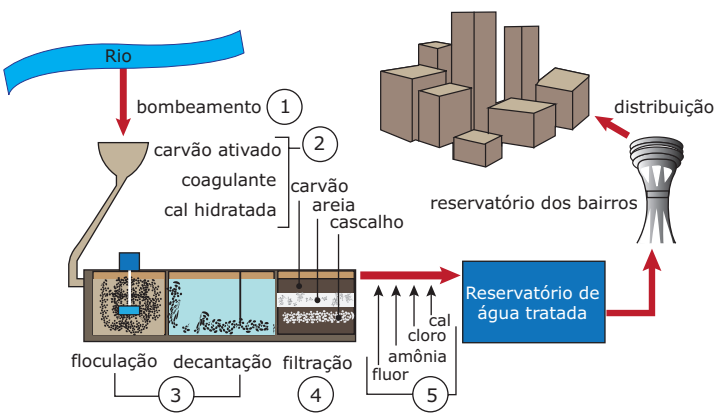
B) **C** e sai em **D** e a água salina entra em **A**, enquanto em **E** sai a água dessalinizada e em **B** sai uma água mais salgada.

C) **A** e sai em **B** e a água salina entra em **C**, enquanto em **E** sai a água dessalinizada e em **D** sai uma água mais salgada.

D) **A** e sai em **B** e a água salina entra em **C**, enquanto em **D** sai a água dessalinizada e em **E** sai uma água mais salgada.

SEÇÃO ENEM

01. (Enem–2009) Na atual estrutura social, o abastecimento de água tratada desempenha um papel fundamental para a prevenção de doenças. Entretanto, a população mais carente é a que mais sofre com a falta de água tratada, em geral pela falta de estações de tratamento capazes de fornecer o volume de água necessário para o abastecimento ou pela falta de distribuição dessa água.



Disponível em: <http://www.sanasa.com.br>. Acesso em: 27 jun. 2008 (Adaptação).

No sistema de tratamento de água apresentado na figura, a remoção do odor e a desinfecção da água coletada ocorrem, respectivamente, nas etapas

A) 1 e 3.

B) 1 e 5.

C) 2 e 4.

D) 2 e 5.

E) 3 e 4.

02. (Enem–1998) Seguem adiante alguns trechos de uma matéria da revista *Superinteressante*, que descreve hábitos de um morador de Barcelona (Espanha), relacionando-os com o consumo de energia e efeitos sobre o ambiente.

I. "Apenas no banho matinal, por exemplo, um cidadão utiliza cerca de 50 litros de água, que depois terá que ser tratada. Além disso, a água é aquecida consumindo 1,5 quilowatt-hora (cerca de 1,3 milhões de calorias), e, para gerar essa energia, foi preciso perturbar o ambiente de alguma maneira [...]"

II. "Na hora de ir para o trabalho, o percurso médio dos moradores de Barcelona mostra que o carro libera 90 gramas do venenoso monóxido de carbono e 25 gramas de óxidos de nitrogênio [...] Ao mesmo tempo, o carro consome combustível equivalente a 8,9 kWh."

III. "Na hora de recolher o lixo doméstico [...] quase 1 kg por dia. Em cada quilo, há, aproximadamente, 240 gramas de papel, papelão e embalagens; 80 gramas de plástico; 55 gramas de metal; 40 gramas de material biodegradável e 80 gramas de vidro."

No trecho I, a matéria faz referência ao tratamento necessário à água resultante de um banho. As afirmações a seguir dizem respeito a tratamentos e destinos dessa água. Entre elas, a mais plausível é a de que a água

A) passa por peneiração, cloração, floculação, filtração e pós-cloração e é canalizada para os rios.

B) passa por cloração e destilação, sendo devolvida aos consumidores em condições adequadas para ser ingerida.

C) é fervida e clorada em reservatórios, onde fica armazenada por algum tempo antes de retornar aos consumidores.

D) passa por decantação, filtração, cloração e, em alguns casos, por fluoretação, retornando aos consumidores.

E) não pode ser tratada devido à presença do sabão, por isso é canalizada e despejada em rios.

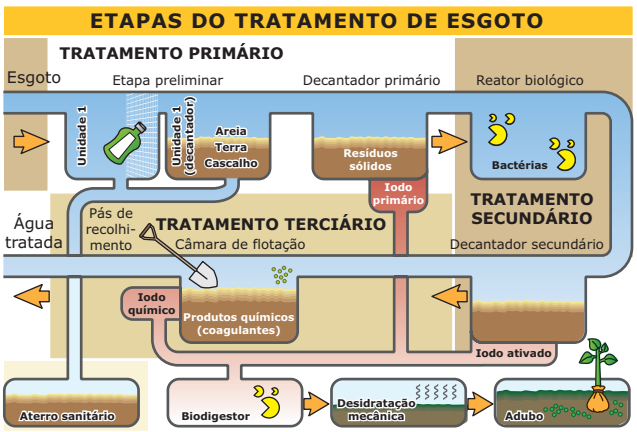
03. (Enem–2010) Em visita a uma usina sucroalcooleira, um grupo de alunos pôde observar a série de processos de beneficiamento da cana-de-açúcar, entre os quais se destacam:

1. A cana chega cortada da lavoura por meio de caminhões e é despejada em mesas alimentadoras que a conduzem para as moendas. Antes de ser esmagada para a retirada do caldo açucarado, toda a cana é transportada por esteiras e passada por um eletroimã para a retirada de materiais metálicos.
2. Após se esmagar a cana, o bagaço segue para as caldeiras, que geram vapor e energia para toda a usina.
3. O caldo primário, resultante do esmagamento, é passado por filtros e sofre tratamento para transformar-se em açúcar refinado e etanol.

Com base nos destaques da observação dos alunos, quais operações físicas de separação de materiais foram realizadas nas etapas de beneficiamento da cana-de-açúcar?

A) Separação mecânica, extração, decantação
B) Separação magnética, combustão, filtração
C) Separação magnética, extração, filtração
D) Imantação, combustão, peneiração
E) Imantação, destilação, filtração

04. A água é utilizada de diversas maneiras no dia a dia, como para tomar banho, lavar louça e também na descarga do vaso sanitário. Depois de eliminada, ela passa a ser chamada de esgoto. A origem do esgoto pode ser, além de doméstica, pluvial (água das chuvas) e industrial (água utilizada nos processos industriais). Se não receber tratamento adequado, o esgoto pode causar enormes prejuízos à saúde pública, já que ele pode transmitir doenças, seja pelo contato direto ou através de ratos, baratas e moscas. Ele pode, ainda, poluir rios e fontes, afetando os recursos hídricos e a vida vegetal e animal. Através da rede coletora pública, o esgoto sai das residências e chega à estação de tratamento, denominada ETE.



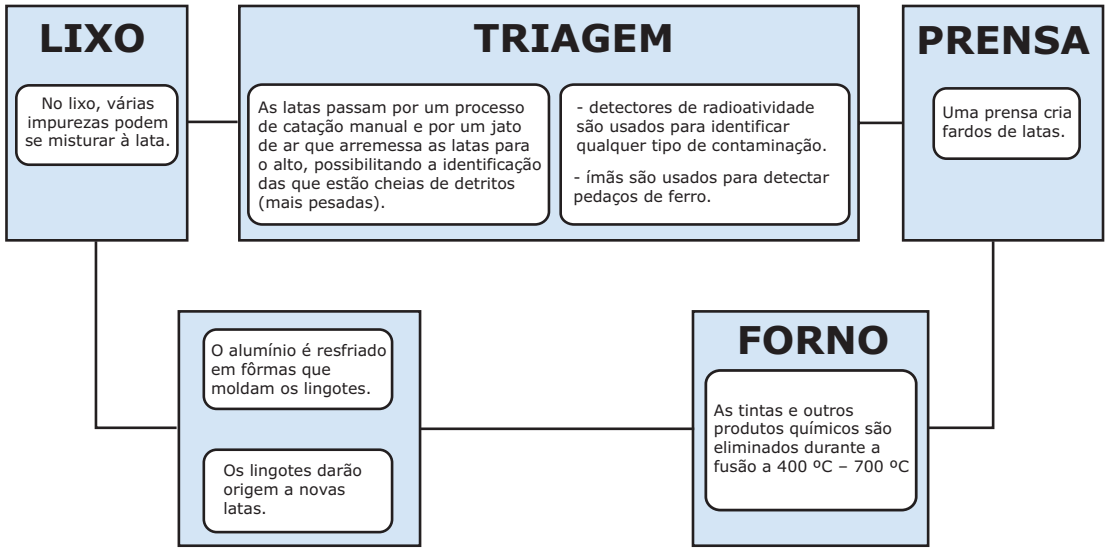
Na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), a água contaminada passa pelas seguintes etapas:

1. A primeira etapa do tratamento é barrar o lixo sólido que vem junto com o esgoto.
2. A fase seguinte, chamada de desarenação, serve para retirar a terra e a areia que se misturam à sujeira.
3. Pequenos grãos de dejetos e de fezes são eliminados na chamada decantação primária. Em seguida, uma pá, que se move lentamente, empurra a massa sólida para uma espécie de ralo. De lá, esse lodo segue para outro setor do sistema de tratamento, podendo se transformar em adubo ou ser usado para gerar energia.
4. A água do esgoto inicial, ainda suja, vai para o tanque de aeração, habitado por uma rica fauna de bactérias e considerado o coração da estação de tratamento. Lá, um tubo injeta microbolhas de ar, que ativam a voracidade desses micro-organismos. Alimentando-se da matéria orgânica dissolvida no esgoto, os bichinhos do tanque comem a sujeira, em uma velocidade milhares de vezes maior do que em um rio.
5. O líquido que sai do tanque de aeração está quase limpo, mas ainda sobraram as bactérias. Por sorte, elas também são mais densas que a água e se agrupam no fundo do tanque.
6. A água, então, recebe uma dosagem de sulfato de alumínio, $A\ell_2(SO_4)_3$ e outros coagulantes para flotar o material que as bactérias não conseguiram comer.
7. Depois de tratada, a água que sai da estação está pronta para ser devolvida ao rio.

Considerando o processo de tratamento de esgoto, verifica-se que

A) no processo primário de tratamento, ocorrem transformações físicas e químicas que visam preparar o material para as próximas etapas.
B) no tratamento de esgoto, são desenvolvidos os seguintes métodos de separação: filtração, decantação e flotação.
C) o tratamento do esgoto tem como única finalidade a saúde pública.
D) após todas as etapas de tratamento mencionadas, a água que sai da estação é potável.
E) todos os resíduos sólidos gerados no tratamento do esgoto podem ser usados na produção de adubo.

05. (Enem–2010) O Brasil é um dos países que obtêm melhores resultados na reciclagem de latinhas de alumínio. O esquema a seguir representa as várias etapas desse processo:


LIXO
No lixo, várias impurezas podem se misturar à lata.
TRIAGEM
As latas passam por um processo de catação manual e por um jato de ar que arremessa as latas para o alto, possibilitando a identificação das que estão cheias de detritos (mais pesadas).
- detectores de radioatividade são usados para identificar qualquer tipo de contaminação.
- ímãs são usados para detectar pedaços de ferro.
PRENSA
Uma prensa cria fardos de latas.
FORNO
As tintas e outros produtos químicos são eliminados durante a fusão a 400 ºC – 700 ºC
O alumínio é resfriado em fôrmas que moldam os lingotes.
Os lingotes darão origem a novas latas.

Disponível em: http://ambiente.hsw.uol.com.br. Acesso em: 27 abr. 2010 (Adaptação).

A temperatura do forno em que o alumínio é fundido é útil também porque

A) sublima outros metais presentes na lata.
B) evapora substâncias radioativas remanescentes.
C) impede que o alumínio seja eliminado em altas temperaturas.
D) desmagnetiza as latas que passaram pelo processo de triagem.
E) queima os resíduos de tinta e outras substâncias presentes na lata.

GABARITO

Fixação

01. D
02. C
03. A
04. A
05. A

Propostos

01. C
02. D
03. D
04. E
05. A
06. C
07. Nenhuma. Tanto o sal quanto o açúcar estarão em solução, dissolvidos na água e, portanto, não serão retidos pelo filtro.
08. C
09. B
10. B
11. C
12. C
13. B
14. O componente de menor temperatura de ebulição.
15. D
16. D

Seção Enem

01. D
02. D
03. C
04. B
05. E

QUÍMICA

Introdução à Termoquímica

MÓDULO 04 FRENTE A

As reações químicas têm como um de seus aspectos mais importantes a variação energética que as acompanha.

A energia dos alimentos e a da queima dos combustíveis fósseis, que são utilizados diretamente pelo homem, por exemplo, são fontes secundárias de energia, pois a fonte primária de energia do nosso planeta é o Sol. A energia transferida pelo Sol é acumulada, principalmente, nos vegetais pelo processo fotossintético, em que há a transformação de energia luminosa em energia química (associada a ligações químicas das substâncias).

Quando uma reação química ocorre, há quebra e formação de ligações e, consequentemente, liberação ou absorção dessa energia sob a forma de energia térmica.

A Termoquímica é a parte da Termodinâmica que estuda especificamente as quantidades de energia térmica transformadas ou trocadas entre o sistema e o meio durante uma reação química.

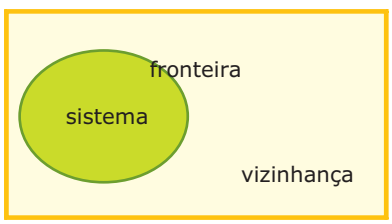
Antes de começarmos a estudar os efeitos energéticos que acompanham as reações químicas, são necessários alguns conceitos básicos que vêm a seguir.

CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Universo, sistema e vizinhança

Tudo aquilo que é objeto de estudo ou de observação será denominado sistema. Os arredores de um sistema são denominados meio ou vizinhança. Existe um limite físico que separa o sistema da vizinhança, a fronteira.

O conjunto formado por sistema, vizinhança e fronteira é denominado universo. Veja o esquema a seguir:



Tipos de sistemas

Os sistemas podem ser classificados em três tipos: aberto, fechado ou isolado.

Um sistema aberto é aquele que não apresenta fronteiras e pode trocar massa e energia com a vizinhança.

Exemplo: Um copo, sem tampa, com água vaporizando.

Um sistema fechado é aquele que apresenta fronteiras e não pode trocar massa, mas pode trocar energia com a vizinhança.

Exemplos: Um copo, com tampa, com água vaporizando; uma bolsa térmica.

Quando um sistema é isolado, as suas fronteiras não permitem a troca de massa e de energia entre sistema e vizinhança.

Exemplo: Café no interior da cafeteira térmica.

Temperatura

A temperatura é a medida da energia cinética média ou do grau de agitação das partículas formadoras de um sistema. Quanto maior a temperatura, maiores são a energia cinética média e o grau de agitação das partículas de um sistema.

Pelas definições de energia cinética, temos:

- Termodinamicamente: $E_c = KT$
- Mecanicamente: $E_c = \frac{mv^2}{2}$

Igualando-se as duas equações:

$$KT = \frac{mv^2}{2}$$

$$\therefore \ T \propto v^2$$

A temperatura é diretamente proporcional ao quadrado da velocidade média das partículas de um sistema. Assim, em relação a dois sistemas A e B, pode-se concluir que:

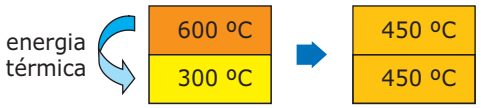
$$E_{C_A} > E_{C_B} \ \therefore \ T_A > T_B$$

OBSERVAÇÃO

- Quando um corpo absorve energia térmica, nem sempre haverá aumento de temperatura, pois esta pode ser utilizada apenas para aumentar a energia potencial de suas partículas sem aumentar a energia cinética.

Calor

A energia térmica trocada entre dois sistemas é denominada calor ou energia calorífica. O calor só é verificado na transmissão de energia entre dois corpos com diferentes temperaturas, sempre do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. Dessa forma, podemos redefinir calor classificando-o como energia térmica em trânsito. Veja o exemplo:



O calor se propaga do corpo de 600 ºC para o de 300 ºC. Após algum tempo, estabelece-se o equilíbrio térmico entre eles.

Daí, surge o **Princípio Zero da Termodinâmica**.

Dois corpos em contato atingirão o equilíbrio térmico quando possuírem a mesma temperatura, ou seja, a mesma energia cinética média entre suas partículas constituintes.

As unidades de medida de calor são:

- Joule (J) ⇒ é a unidade de medida utilizada pelo Sistema Internacional (SI). Um joule (1 J) é o trabalho realizado por uma força de um Newton (1 N), que, ao ser aplicada a um corpo, o deslocará por uma distância de um metro na direção de aplicação da força.

$$1\ kJ = 1\ 000\ J$$

- Caloria (cal) ⇒ uma caloria é a quantidade de calor necessária para elevar de 1 ºC a temperatura de 1 g de água de 14,5 ºC para 15,5 ºC.

$$1\ kcal = 1\ 000\ cal.$$

Fatores de conversão:

$$1\ J = 0{,}239\ cal$$

$$1\ cal = 4{,}184\ J$$

Observe que há equivalência entre energia e trabalho na definição de joule, porque, apesar de não ser definida, a energia pode ser conceituada como a capacidade de realizar trabalho.

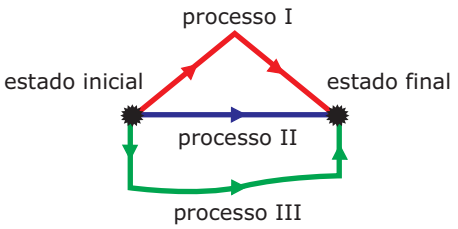
Entalpia (H)

Como a maioria das reações químicas ocorre em sistemas abertos em contato com a atmosfera, e admitindo-se que a pressão atmosférica se mantém constante no local onde se realiza a reação, o calor trocado entre o sistema e a vizinhança é denominado entalpia.

Entalpia ⇒ Calor à pressão constante

A entalpia de um sistema corresponde à energia cinética de suas moléculas e à energia potencial dos elétrons e dos núcleos dos átomos formadores das moléculas. Após uma transformação, a entalpia do sistema é alterada.

A entalpia é uma função de estado, pois é uma grandeza que não depende dos estados intermediários pelos quais passa a reação, mas sim de seus estados inicial e final.



Definiremos variação de entalpia (ΔH) como:

$$\Delta H = H_{final} - H_{inicial}$$

Para os processos I, II e III, temos o mesmo ΔH, pois os estados final e inicial são os mesmos.

Em uma reação, o estado final corresponde aos produtos, enquanto o estado inicial corresponde aos reagentes.

$$\text{inicial} \Rightarrow \text{final}$$

$$\text{reagentes} \Rightarrow \text{produtos}$$

Assim:

$$\Delta H = H_{produtos} - H_{reagentes}$$

REAÇÕES EXOTÉRMICAS E ENDOTÉRMICAS

Em reações químicas, o ΔH pode assumir os seguintes valores: $\Delta H > 0$ ou $\Delta H < 0$, o que determina o tipo de reação, endotérmica ou exotérmica, respectivamente.

OBSERVAÇÃO

- Em uma reação, o ΔH não poderá ser igual a zero, pois, se isso ocorrer, o conteúdo energético total dos reagentes e dos produtos será o mesmo, o que só ocorrerá se os produtos e os reagentes forem iguais. Isso acontecerá quando não houver uma reação, já que os reagentes não se transformaram.

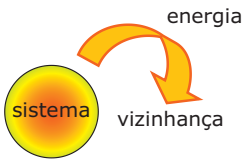
Exotérmicas

Reações exotérmicas são aquelas que liberam energia térmica.

Os reagentes são mais energéticos do que os produtos. A energia liberada pelo sistema promove o aumento da temperatura do meio.

$$\Delta H < 0, \text{ logo } H_p < H_r$$

Esquema:



Representação por meio de equações:

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(\ell)} + 68{,}3\ kcal.mol^{-1}$$

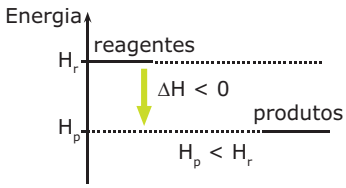
ou

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} - 68{,}3\ kcal.mol^{-1} \rightarrow H_2O_{(\ell)}$$

ou ainda

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(\ell)} \quad \Delta H = -68{,}3\ kcal.mol^{-1}$$

Representando essa reação em um sistema de coordenadas, temos:



Durante as reações exotérmicas, a energia potencial média das partículas formadoras do sistema diminui. Consequentemente, ocorre um aumento da energia cinética média das partículas formadoras do sistema e, portanto, um aumento da temperatura do sistema.

Como a temperatura do sistema é maior do que a temperatura da vizinhança, parte da energia cinética do sistema é liberada para a vizinhança, diminuindo a temperatura do sistema e aumentando a temperatura da vizinhança, até que haja o equilíbrio térmico entre os dois.

Após o estabelecimento do equilíbrio térmico, as temperaturas do sistema e da vizinhança são iguais, porém maiores do que as temperaturas iniciais dos mesmos. Ou seja,

> um processo exotérmico aumenta a temperatura do sistema e a da vizinhança.

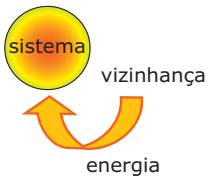
Endotérmicas

Reações endotérmicas são aquelas que absorvem energia térmica.

Os reagentes são menos energéticos que os produtos. A energia absorvida pelo sistema promove a diminuição da temperatura da vizinhança.

$$\Delta H > 0, \text{ logo } H_p > H_r$$

Esquema:



Representação por meio de equações:

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} + 12{,}4\ kcal.mol^{-1} \rightarrow 2HI_{(g)}$$

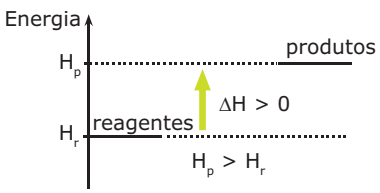
ou

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightarrow 2HI_{(g)} - 12{,}4\ kcal.mol^{-1}$$

ou ainda

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightarrow 2HI_{(g)} \quad \Delta H = +12{,}4\ kcal.mol^{-1}$$

Representando essa reação em um sistema de coordenadas, temos:



Durante as reações endotérmicas, a energia potencial média das partículas formadoras do sistema aumenta. Consequentemente, ocorre uma diminuição da energia cinética média das partículas formadoras do sistema e, portanto, uma diminuição da temperatura do sistema.

Como a temperatura do sistema é menor do que a temperatura da vizinhança, parte da energia cinética da vizinhança é absorvida pelo sistema, aumentando a temperatura do sistema e diminuindo a da vizinhança, até que haja o equilíbrio térmico entre os dois.

Após o estabelecimento do equilíbrio térmico, as temperaturas do sistema e da vizinhança são iguais, porém menores do que as temperaturas iniciais dos mesmos. Ou seja,

> um processo endotérmico diminui a temperatura do sistema e a da vizinhança.

Variação de energia térmica em processos físicos

Os processos físicos que ocorrem com variação de temperatura são classificados como exotérmicos ou endotérmicos.

Nos processos físicos endotérmicos, ocorre um aumento na energia potencial do sistema devido à diminuição da intensidade das interações coesivas entre as partículas que o formam. Caso o sistema seja isolado durante o processo físico endotérmico, ocorrerá uma diminuição da energia cinética média das partículas e, consequentemente, de sua temperatura.

Exemplo: A vaporização da água.

Nos processos físicos exotérmicos, ocorre uma diminuição na energia potencial do sistema devido ao aumento da intensidade das interações coesivas entre as partículas que o formam. Caso o sistema seja isolado durante o processo físico exotérmico, ocorrerá um aumento da energia cinética média das partículas e, consequentemente, de sua temperatura.

Exemplo: A condensação do vapor de água.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01. (UFMG) Uma certa quantidade de água é colocada em um congelador, cuja temperatura é de –20 ºC. Após estar formado e em equilíbrio térmico com o congelador, o gelo é transferido para outro congelador, cuja temperatura é de –5 ºC.

Considerando-se essa situação, é **CORRETO** afirmar que, do momento em que é transferido para o segundo congelador até atingir o equilíbrio térmico no novo ambiente, o gelo

A) se funde.
B) transfere calor para o congelador.
C) se aquece.
D) permanece na mesma temperatura inicial.

02. (UERJ) As equações químicas a seguir representam reações de síntese, realizadas em diferentes condições, para a obtenção de uma substância hipotética XY.

I. $X_{2(g)} + Y_{2(g)} \rightarrow 2XY_{(\ell)} + Q_1$

II. $X_{2(g)} + Y_{2(g)} \rightarrow 2XY_{(s)} + Q_2$

III. $X_{2(g)} + Y_{2(g)} \rightarrow 2XY_{(g)} + Q_3$

Considere Q_1, Q_2 e Q_3 as quantidades de calor liberadas, respectivamente, nas reações I, II e III. A relação entre essas quantidades está expressa na seguinte alternativa:

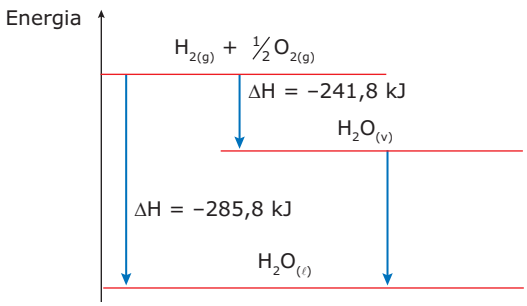
A) $Q_1 > Q_2 > Q_3$
B) $Q_2 > Q_1 > Q_3$
C) $Q_3 > Q_1 > Q_2$
D) $Q_3 > Q_2 > Q_1$

03. (UFMG) Ao se sair molhado em local aberto, mesmo em dias quentes, sente-se uma sensação de frio. Esse fenômeno está relacionado com a evaporação da água que, no caso, está em contato com o corpo humano.

Essa sensação de frio explica-se **CORRETAMENTE** pelo fato de que a evaporação da água

A) é um processo endotérmico e cede calor ao corpo.
B) é um processo endotérmico e retira calor do corpo.
C) é um processo exotérmico e cede calor ao corpo.
D) é um processo exotérmico e retira calor do corpo.

04. (UCB-DF) Numa sauna a vapor, o calor envolvido na condensação do vapor de água é, em parte, responsável pelo aquecimento da superfície da pele das pessoas que estão em seu interior, de acordo com o diagrama a seguir:



De acordo com as informações fornecidas, o que ocorrerá na transformação de 1 mol de água vaporizada em 1 mol de água líquida?

A) Liberação de 44 kJ
B) Absorção de 44 kJ
C) Liberação de 527,6 kJ
D) Absorção de 527,6 kJ
E) N.d.a

05. (UFMG–2010) Ao se preparar uma solução aquosa concentrada de sal de cozinha, NaCℓ, observou-se, durante a dissolução, um resfriamento do sistema.

Considerando-se a situação descrita e outros conhecimentos sobre o assunto, é **CORRETO** afirmar que

A) a dissolução do NaCℓ aumenta a energia cinética média das moléculas da água.
B) a quantidade de NaCℓ dissolvida determina o grau de resfriamento do sistema.
C) a quebra do retículo cristalino do NaCℓ é um processo exotérmico.
D) a solução transfere energia, na forma de calor, para a vizinhança.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. (FUVEST-SP) Nas condições ambiente, ao inspirar, puxamos para nossos pulmões, aproximadamente, 0,5 L de ar, então aquecido da temperatura ambiente (25 ºC) até a temperatura do corpo (36 ºC). Fazemos isso cerca de $16x10^3$ vezes em 24h. Se, nesse tempo, recebermos, por meio da alimentação, $1,0x10^7$ J de energia, a porcentagem aproximada dessa energia, que será gasta para aquecer o ar inspirado, será de

Dados: Ar atmosférico nas condições ambiente:

densidade = 1,2 $g.L^{-1}$;

calor específico = 1,0 $J.g^{-1}.ºC^{-1}$.

A) 0,1%. B) 0,5%. C) 1%. D) 2%. E) 5%.

02. (UFRGS) A reação de formação da água é exotérmica. Qual das reações a seguir desprende maior quantidade de calor?

A) $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$

B) $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(\ell)}$

C) $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(s)}$

D) $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(\ell)} \rightarrow H_2O_{(\ell)}$

E) $H_{2(\ell)} + \frac{1}{2}O_{2(\ell)} \rightarrow H_2O_{(\ell)}$

03. (FUVEST-SP) Considere os seguintes dados:

Reagente	Produto	ΔH (condições-padrão)
I. $C_{(gr)}$	$\rightarrow C_{(d)}$	+0,5 kcal/mol de C
II. $I_{(g)}$	$\rightarrow \frac{1}{2}I_{2(g)}$	–25 kcal/mol de I
III. $\frac{1}{2}C\ell_{2(g)}$	$\rightarrow C\ell_{(g)}$	+30 kcal/mol de Cℓ

Pode-se afirmar que o reagente tem maior energia do que o produto somente em

A) I. C) III. E) I e III.
B) II. D) I e II.

04. (PUC RS) Considerando-se as transformações

$$H_2O_{(s)} \xrightarrow{I} H_2O_{(\ell)} \xrightarrow{II} H_2O_{(g)} \xrightarrow{III} H_2O_{(\ell)}$$

conclui-se que ocorre transformação endotérmica apenas em

A) I. C) III. E) II e III.
B) II. D) I e II.

05. (VUNESP) Em uma cozinha, estão ocorrendo os seguintes processos:

I. Gás queimando em uma das "bocas" do fogão.

II. Água fervendo em uma panela que se encontra sobre essa "boca" do fogão.

Com relação a esses processos, pode-se afirmar que

A) I e II são exotérmicos.
B) I é exotérmico e II é endotérmico.
C) I é endotérmico e II é exotérmico.
D) I é isotérmico e II é exotérmico.
E) I é endotérmico e II é isotérmico.

06. (FCMSC-SP) Exemplifica um processo endotérmico

A) a queima da parafina de uma vela.

B) a dissolução do ácido sulfúrico concentrado na água líquida.

C) a combustão do álcool hidratado em motores de automóveis.

D) a vaporização da água de uma piscina pela ação da luz solar.

E) a formação de um *iceberg* a partir da água do mar.

07. (UFJF-MG) Uma vela é feita de um material com a composição $C_{20}H_{42}$. A reação de combustão desse material pode ser representada pela equação química a seguir:

$$C_{20}H_{42(s)} + \frac{61}{2}O_{2(g)} \rightarrow 20CO_{2(g)} + 21H_2O_{(g)}, \quad \Delta H = -13\,000 \text{ kJ}$$

Considerando-se a quantidade de calor envolvida na combustão de 10,0 g dessa vela e a classificação da reação, pode-se afirmar que ocorre

A) absorção de 461 kJ, e a reação é endotérmica.

B) liberação de 461 kJ, e a reação é exotérmica.

C) absorção de 13 000 kJ, e a reação é endotérmica.

D) liberação de 13 000 kJ, e a reação é exotérmica.

E) liberação de 461 kJ, e a reação é endotérmica.

08. (FCMMG–2009) Considere um experimento em que ocorre a dissolução de hidróxido de sódio em um béquer contendo água. O sistema, no início (tempo zero), é constituído por $H_2O_{(\ell)}$ e por $NaOH_{(s)}$, ambos à temperatura ambiente.Nota-se, nos instantes iniciais do experimento, um aumento da temperatura da fase líquida. Com o decorrer do tempo, o equilíbrio térmico entre o sistema e a vizinhança é restabelecido e o experimento é encerrado.

Com relação a esse experimento, a afirmativa **INCORRETA** é:

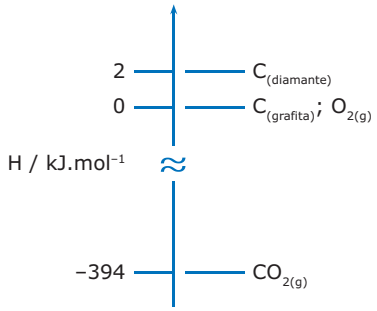
A) A dissolução do hidróxido de sódio sólido em água líquida é um processo exotérmico.

B) A temperatura aumenta, nos instantes iniciais, porque ocorre um fluxo de calor da vizinhança para o sistema.

C) Nos instantes iniciais do experimento, a energia cinética média das partículas constituintes do sistema aumenta.

D) No tempo zero, as energias cinéticas médias das partículas constituintes da água e do hidróxido de sódio são iguais.

09. (UFMG) Considere o seguinte diagrama de entalpia, envolvendo o dióxido de carbono e as substâncias elementares diamante, grafita e oxigênio.



Considerando esse diagrama, assinale a afirmação **FALSA**.

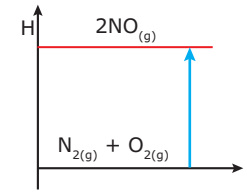
A) A transformação do diamante em grafita é exotérmica.

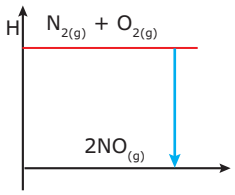
B) A variação de entalpia na combustão de 1 mol de diamante é igual a –394 kJ.mol^{-1}.

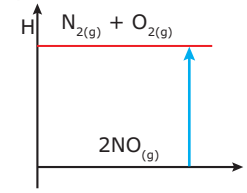
C) A variação de entalpia na obtenção de 1 mol de $CO_{2(g)}$, a partir da grafita, é igual a –394 kJ.mol^{-1}.

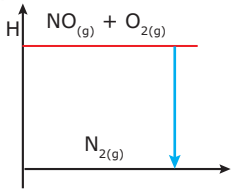
D) A variação de entalpia na obtenção de 1 mol de diamante, a partir da grafita, é igual a 2 kJ.mol^{-1}.

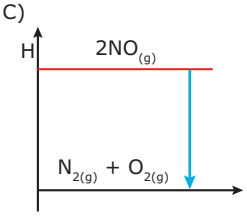
10. (PUC Minas) A 25 ºC e 1 atm de pressão, 1 mol de nitrogênio gasoso, reagindo com 1 mol de oxigênio gasoso, produz monóxido de nitrogênio gasoso com absorção de 22 kcal do produto obtido. O diagrama que representa **CORRETAMENTE** essa informação é

A)


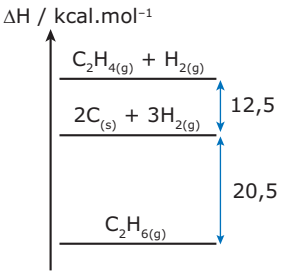
D)


B)


E)


C)


11. (UFSJ-MG–2011) Analise o esquema a seguir:



De acordo com sua análise, é **CORRETO** afirmar que

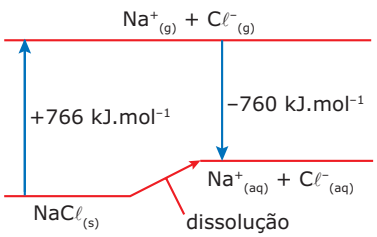
A) a cada mol de carbono que reage com $H_{2(g)}$ produzindo $C_2H_{4(g)}$, são absorvidas 12,5 kcal.

B) na reação $2C_{(s)} + 3H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{6(g)}$ ocorre a absorção de 20,5 kcal por mol de $C_2H_{6(g)}$ formado.

C) a formação de 1,0 mol de $C_2H_{6(g)}$ a partir de $C_{(g)}$ e $H_{2(g)}$ envolve a liberação de 33,0 kcal.

D) A decomposição de $C_2H_{6(g)}$ em carbono, eteno e gás hidrogênio absorve 8,0 kcal/mol.

12. (FUVEST-SP–2007) A dissolução de um sal em água pode ocorrer com liberação de calor, absorção de calor ou sem efeito térmico. Conhecidos os calores envolvidos nas transformações, mostradas no diagrama que se segue, é possível calcular o calor da dissolução de cloreto de sódio sólido em água, produzindo $Na^+_{(aq)}$ e $C\ell^-_{(aq)}$.



s = sólido aq = aquoso g = gasoso

Com os dados fornecidos, pode-se afirmar que a dissolução de 1 mol desse sal

A) é acentuadamente exotérmica, envolvendo cerca de 10^3 kJ.

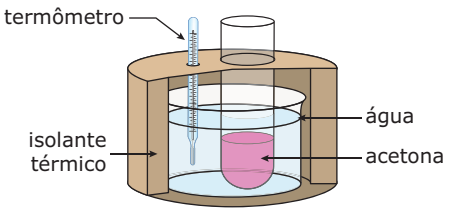
B) é pouco endotérmica, envolvendo menos de 10 kJ.

C) ocorre sem troca de calor.

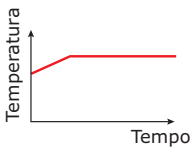
D) é pouco exotérmica, envolvendo menos de 10 kJ.

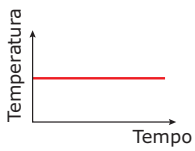
E) é acentuadamente endotérmica, envolvendo cerca de 10^3 kJ.

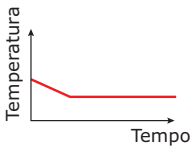
13. (UFMG) Um béquer aberto, contendo acetona, é mergulhado em outro béquer maior, isolado termicamente, o qual contém água, conforme mostrado na figura.

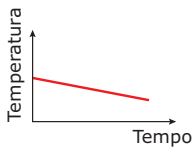


A temperatura da água é monitorada durante o processo de evaporação da acetona, até que o volume desta se reduz à metade do valor inicial. Assinale a alternativa cujo gráfico descreve qualitativamente a variação da temperatura registrada pelo termômetro mergulhado na água, durante esse experimento.

A)


C)


B)


D)


14. (UCS-RS–2006) Atletas que sofrem problemas musculares durante uma competição podem utilizar bolsas instantâneas frias ou quentes como dispositivos para primeiros socorros. Esses dispositivos normalmente são constituídos de uma bolsa de plástico que contém água em uma seção e uma substância química seca em outra seção. Ao golpear a bolsa, a água dissolve a substância, de acordo com as equações químicas representadas a seguir.

Equação 1:

$CaC\ell_{2(s)} \rightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + 2C\ell^{-}_{(aq)} \qquad \Delta H = -82{,}8\ kJ/mol$

Equação 2:

$NH_4NO_{3(s)} \rightarrow NH_4^{+}{}_{(aq)} + NO_3^{-}{}_{(aq)} \qquad \Delta H = +26{,}2\ kJ/mol$

Se um atleta precisasse utilizar uma bolsa instantânea fria, escolheria a bolsa que contém o

A) $CaC\ell_{2(s)}$, pois sua dissociação iônica é exotérmica.

B) $NH_4NO_{3(s)}$, pois sua reação de deslocamento com a água deixa a bolsa fria.

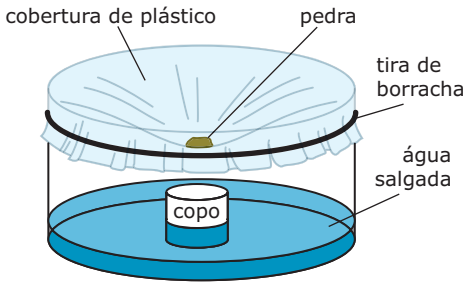
C) $CaC\ell_{2(s)}$, pois sua dissociação iônica absorve o calor.

D) $NH_4NO_{3(s)}$, pois sua dissociação iônica é endotérmica.

E) $CaC\ell_{2(s)}$, pois sua reação de dupla troca com a água deixa a bolsa fria.

SEÇÃO ENEM

01. (Enem–2009) Além de ser capaz de gerar eletricidade, a energia solar é usada para muitas outras finalidades. A figura a seguir mostra o uso da energia solar para dessalinizar a água. Nela, um tanque contendo água salgada é coberto por um plástico transparente e tem a sua parte central abaixada pelo peso de uma pedra, sob a qual se coloca um recipiente (copo). A água evaporada se condensa no plástico e escorre até o ponto mais baixo, caindo dentro do copo.



HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M. *Energia e meio ambiente*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003 (Adaptação).

Nesse processo, a energia solar cedida à água salgada

A) fica retida na água doce que cai no copo, tornando-a, assim, altamente energizada.

B) fica armazenada na forma de energia potencial gravitacional contida na água doce.

C) é usada para provocar a reação química que transforma a água salgada em água doce.

D) é cedida ao ambiente externo através do plástico, onde ocorre a condensação do vapor.

E) é reemitida como calor para fora do tanque, no processo de evaporação da água salgada.

02. (Enem–2000) Ainda hoje, é muito comum as pessoas utilizarem vasilhames de barro (moringas ou potes de cerâmica não esmaltada) para conservar água a uma temperatura menor do que a do ambiente. Isso ocorre porque

A) o barro isola a água do ambiente, mantendo-a sempre a uma temperatura menor que a dele, como se fosse isopor.

B) o barro tem poder de "gelar" a água pela sua composição química. Na reação, a água perde calor.

C) o barro é poroso, permitindo que a água passe através dele. Parte dessa água evapora, tomando calor da moringa e do restante da água, que são assim resfriadas.

D) o barro é poroso, permitindo que a água se deposite na parte de fora da moringa. A água de fora sempre está a uma temperatura maior que a de dentro.

E) a moringa é uma espécie de geladeira natural, liberando substâncias higroscópicas que diminuem naturalmente à temperatura da água.

03. (Enem–2010) Em nosso cotidiano, utilizamos as palavras "calor" e "temperatura" de forma diferente de como elas são usadas no meio científico. Na linguagem corrente, calor é identificado como "algo quente" e temperatura mede a "quantidade de calor de um corpo". Esses significados, no entanto, não conseguem explicar diversas situações que podem ser verificadas na prática.

Do ponto de vista científico, que situação prática mostra a limitação dos conceitos corriqueiros de calor e temperatura?

A) A temperatura da água pode ficar constante durante o tempo em que estiver fervendo.
B) Uma mãe coloca a mão na água da banheira do bebê para verificar a temperatura da água.
C) A chama de um fogão pode ser usada para aumentar a temperatura da água em uma panela.
D) A água quente que está em uma caneca é passada para outra caneca a fim de diminuir sua temperatura.
E) Um forno pode fornecer calor para uma vasilha de água que está em seu interior com menor temperatura do que a dele.

04. Os conceitos de calor e temperatura são fundamentais no estudo da Termoquímica. No entanto, há ainda muita confusão sobre eles quando são usados na linguagem cotidiana. Os itens que se seguem procuram relacionar esses conceitos e suas aplicações.

1. A queimadura causada por 10 gramas de vapor de água a 100 ºC é muito mais grave do que a ocasionada pela mesma quantidade de água, também a 100 ºC, visto que, na mudança de estado de vapor para líquido, há liberação de grande quantidade de energia térmica.
2. A sensação de frio que temos ao pegar a maçaneta de metal de uma porta está relacionada ao fato de o metal ser um bom condutor de calor. Então, nossa pele perde calor para a maçaneta.
3. Quando um objeto ganha ou perde calor, sua temperatura se altera. Porém, é plenamente possível que a temperatura desse objeto seja alterada sem o envolvimento de calor.
4. No inverno, usamos, de preferência, roupas de lã (de cores escuras) porque, em virtude da composição química desta, há uma constante troca de calor entre a lã e o corpo da pessoa.

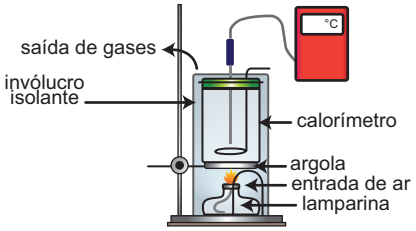
Os itens corretos são

A) 1 e 2. C) 3 e 4. E) 1 e 3.
B) 2 e 3. D) 1 e 4.

05. Um grupo de alunos pretendeu analisar o poder energético de vários combustíveis, através da variação das respectivas entalpias de combustão.

Para isso, determinaram, experimentalmente, a entalpia de combustão do hexano, C_6H_{14}, e do hexan-1-ol (ou 1-hexanol), $C_6H_{14}O$.

Na figura a seguir, encontra-se um esquema da montagem que os alunos fizeram para a realização desse trabalho.



A determinação da variação de entalpia de combustão de cada substância pode ser realizada após

A) a colocação do combustível em estudo dentro do calorímetro.
B) a determinação da massa de água contida no calorímetro que se vaporiza.
C) o registro das temperaturas inicial e final da água contida no calorímetro.
D) a suspensão do aquecimento só após a vaporização de toda a água.
E) a determinação da quantidade de gases produzidos nas combustões.

06. A febre se caracteriza por um aumento da temperatura do corpo. Em caso de infecção, inflamação ou determinadas doenças, a temperatura do corpo pode aumentar. Trata-se, então, de uma reação de defesa do organismo frente aos agressores. Os efeitos do álcool (etanol) na pele intacta levaram muitos pais a usá-lo como um remédio caseiro rápido contra a febre em crianças pequenas. Isso ocorre porque

A) o álcool, por ser "frio", ao entrar em contato com a pele, ajuda a reduzir a temperatura corporal.
B) o álcool, quando esfregado na pele, tem o poder de "gelar" a pele, devido à sua composição química, reduzindo a temperatura corporal.
C) o álcool, quando esfregado na pele, evapora, retirando calor da pele, o que reduz potencialmente a temperatura corporal.
D) o álcool, por ser bastante volátil, ao entrar em contato com a pele, evapora, liberando calor para o ambiente, o que facilita a redução da temperatura corporal.
E) o álcool é absorvido pela pele, interage com a água e facilita a perda de líquido, o que ajuda a reduzir a temperatura corporal.

GABARITO

Fixação

01. C 03. B 05. B
02. B 04. A

Propostos

01. C 05. B 09. B 13. D
02. C 06. D 10. A 14. D
03. B 07. B 11. C
04. D 08. B 12. B

Seção Enem

01. D 03. A 05. C
02. C 04. B 06. C

QUÍMICA

Misturas gasosas, efusão e difusão

MÓDULO 03 FRENTE B

MISTURAS GASOSAS

As misturas gasosas são sempre homogêneas, pois os gases são miscíveis entre si em qualquer proporção. No nosso estudo, só serão válidos os sistemas em que os gases componentes não reajam entre si.

Pressão parcial

É a pressão exercida por um componente *i* da mistura gasosa quando ele está ocupando todo o volume que antes continha a mistura.

$$p_i = \frac{n_i \cdot R \cdot T}{V}$$

p_i = pressão parcial do componente *i*

n_i = quantidade de matéria do componente *i*

Lei de Dalton das pressões parciais

"A pressão total exercida por uma mistura gasosa é igual à soma das pressões parciais de todos os componentes".

$$p_T = p_1 + p_2 + p_3 + \ldots + p_n$$

Volume parcial

É o volume ocupado por um componente *i* da mistura gasosa quando, sobre ele, se exerce a pressão total da mistura.

$$V_i = \frac{n_i \cdot R \cdot T}{p}$$

V_i = volume parcial do componente *i*

n_i = quantidade de matéria do componente *i*

Lei de Amagat dos volumes parciais

"O volume total de uma mistura é igual à soma dos volumes parciais de todos os seus componentes".

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots + V_n$$

Fração molar

Para um componente *i* de uma mistura qualquer, a fração molar x_i é definida como a razão entre a quantidade de matéria desse componente (n_i) e a quantidade de matéria total da mistura ($n_T = n_1 + n_2 + n_3 + \ldots + n_n$).

$$x_i = \frac{n_i}{n_T}$$

A soma das frações molares de todos os componentes da mistura é igual a 1:

$$x_1 + x_2 + x_3 + \ldots + x_n = 1$$

Notas:

1. A relação entre a fração molar (x) de um componente da mistura gasosa, a pressão parcial desse componente e a pressão total da mistura é dada por:

$$p_i = x_i \cdot p_T$$

2. A relação entre a fração molar (x) de um componente da mistura gasosa, o volume parcial desse componente e o volume total da mistura é dada por:

$$V_i = x_i \cdot V_T$$

UMIDADE DO AR

Ar saturado de água

O ar atmosférico, a uma determinada temperatura, contém determinada quantidade de vapor de água. Quando aumentamos a quantidade de água no ar e atingimos a quantidade máxima de vapor de água que o ar consegue dissolver, sem que haja a formação de líquido, saturamos o ar de água.

O ar atmosférico está saturado quando 4,18% do ar é formado por água a 30 ºC. Quando a fração molar percentual de água no ar for superior a 4,18% e ocorrer a formação de líquido (neblina, nuvens, orvalho) dizemos, então, que ultrapassamos o ponto de saturação do ar.

Umidade Absoluta do Ar

É a quantidade de vapor de água existente em um determinado volume de ar a uma dada temperatura.

Exemplo: 10,34 g de H_2O/m^3 de ar a 20 ºC

Umidade Relativa (UR)

É a razão entre a pressão parcial de vapor de água no ar e a pressão máxima de vapor a uma determinada temperatura; em outras palavras, é a razão entre a quantidade de vapor de água dissolvido no ar e a quantidade máxima de vapor que o ar consegue dissolver, a uma determinada temperatura.

Caso o ar atmosférico, ao nível do mar e a 20 ºC, apresente 1,38% de vapor de água, a pressão parcial de vapor de água no ar é igual a:

$$760 \text{ mmHg} \longrightarrow 100\%$$

$$x \text{ mmHg} \longrightarrow 1{,}38\%$$

$$x = 10{,}488 \text{ mmHg}$$

A essa temperatura, a pressão de vapor de água é igual a 17,5 mmHg. Portanto, a umidade relativa (UR) do ar é igual a:

$$UR = \frac{10{,}488 \text{ mmHg}}{17{,}5 \text{ mmHg}} \cdot 100$$

$$UR = 0{,}5993 \text{ ou } 59{,}93\%$$

O aumento da temperatura diminui a umidade relativa do ar, o que o torna mais seco.

Quando a umidade relativa do ar é muito elevada, a vaporização do suor é dificultada, prejudicando o controle natural da temperatura corporal.

DIFUSÃO E EFUSÃO GASOSAS

Difusão é o movimento espontâneo de dispersão das partículas de um gás em outro meio (por exemplo, no ar) de modo a formar uma mistura homogênea.

É por meio da difusão que somos capazes de perceber o cheiro de um gás, de um perfume, de um peixe em decomposição, etc.

Efusão pode ser considerada a passagem de um gás através de uma parede porosa ou pequeno orifício, fenômeno semelhante ao deslocamento de solvente na osmose.

Efusão é a passagem de um gás através de um pequeno orifício de um recipiente para o meio ambiente (meio de pressão mais baixa).

Ao estudar esses dois fenômenos, Graham formulou a seguinte lei:

A velocidade de difusão gasosa e a velocidade de efusão gasosa são inversamente proporcionais à raiz quadrada da densidade do gás em questão.

Matematicamente:

$$v \propto \frac{1}{\sqrt{d}}$$

Para transformar uma proporcionalidade em uma igualdade, utilizamos uma constante de proporcionalidade K.

$$v = K \cdot \frac{1}{\sqrt{d}}$$

Tendo dois gases, A e B, que se difundem um no outro, temos: $v_A = K \cdot \frac{1}{\sqrt{d_A}}$ e $v_B = K \cdot \frac{1}{\sqrt{d_B}}$.

A relação v_A / v_B é: $\frac{v_A}{v_B} = \frac{K \cdot \frac{1}{\sqrt{d_A}}}{K \cdot \frac{1}{\sqrt{d_B}}}$, e como $d = \frac{pM}{RT}$ para as mesmas condições de pressão e temperatura,

$$\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{\frac{pM_B}{RT}}{\frac{pM_A}{RT}}} \Rightarrow \boxed{\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}}}$$

O gás de menor massa molar possui maior velocidade de difusão e de efusão gasosas.

A Lei de Graham nos permite concluir que os gases menos densos e, consequentemente, de menores massas molares escapam mais rapidamente por pequenos orifícios ou através de materiais porosos.

Para temperaturas diferentes, as energias cinéticas médias dos gases em questão serão diferentes, porém diretamente proporcionais à temperatura na escala Kelvin.

$$E_A = KT_A$$

$$E_B = KT_B$$

Dividindo-se as expressões, temos:

$$\frac{E_A}{E_B} = \frac{KT_A}{KT_B} \Rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \frac{T_A}{T_B}$$

Como $E_A = \frac{1}{2} m_A v_A^2$ e $E_B = \frac{1}{2} m_B v_B^2$

Logo:

$$\frac{\frac{1}{2} m_A v_A^2}{\frac{1}{2} m_B v_B^2} = \frac{T_A}{T_B}$$

$$\left(\frac{v_A}{v_B}\right)^2 = \frac{m_B T_A}{m_A T_B}$$

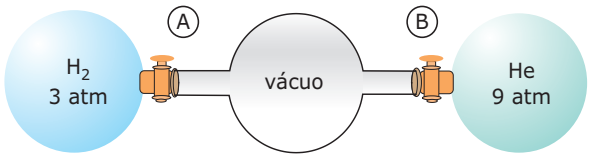
$$\boxed{\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{m_B T_A}{m_A T_B}}}$$

As velocidades de efusão e de difusão são diretamente proporcionais à raiz quadrada das temperaturas Kelvin dos gases e inversamente proporcionais à raiz quadrada de suas massas. Porém, se as massas forem iguais ($m_A = m_B$), teremos:

$$\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{T_A}{T_B}}$$

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01. (UFRGS) Se o sistema representado a seguir for mantido a uma temperatura constante e se os três balões possuírem o mesmo volume, após se abrirem as válvulas A e B, a pressão total nos três balões será



A) 3 atm.
B) 4 atm.
C) 6 atm.
D) 9 atm.
E) 12 atm.

02. (UFPR) Uma mistura gasosa formada por 44 g de CO_2 e 6 g de H_2 está contida em um recipiente a 27 ºC e pressão de 8,2 atm. Qual é o volume parcial de H_2 nessa mistura?
Dados: H = 1 u; C = 12 u; O = 16 u

03. (FAAP-SP) Em um recipiente indeformável, de capacidade igual a 4 L, são colocados 2 L de H_2 medidos a CNTP, juntamente com 3 L de O_2 medidos a 27 ºC e 700 mmHg. **CALCULE** a pressão no interior do recipiente, sabendo que, após a mistura dos gases, a temperatura dele é 17 ºC.

04. As extremidades **A** e **B** de um tubo aberto são fechadas simultaneamente com algodão embebido em NH_3 e $HC\ell$ concentrados, como mostra a figura a seguir.

algodão embebido em NH_3 concentrado

algodão embebido em $HC\ell$ concentrado

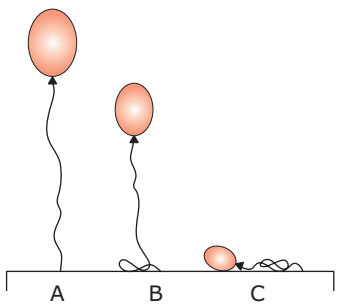
Depois de certo tempo, forma-se em uma região do interior do tubo uma névoa branca constituída por $NH_4C\ell_{(s)}$ coloidal, proveniente da reação:

$$NH_{3(g)} + HC\ell_{(g)} \rightarrow NH_4C\ell_{(s)}$$

Supondo que o tubo tenha 24 cm de comprimento, a névoa branca forma-se, aproximadamente, a que distância da extremidade **A**?

Dados: H = 1 u; N = 14 u; Cℓ = 35,5 u.

05. (FUVEST-SP–2008) A velocidade com que um gás atravessa uma membrana é inversamente proporcional à raiz quadrada de sua massa molar. Três bexigas idênticas, feitas com membrana permeável a gases, expostas ao ar e inicialmente vazias, foram preenchidas, cada uma, com um gás diferente. Os gases utilizados foram hélio, hidrogênio e metano, não necessariamente nessa ordem. As bexigas foram amarradas, com cordões idênticos, a um suporte. Decorrido algum tempo, observou-se que as bexigas estavam como na figura. Conclui-se que as bexigas A, B e C foram preenchidas, respectivamente, com

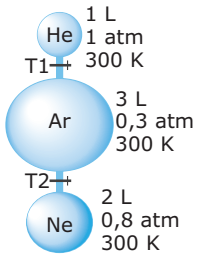


A) hidrogênio, hélio e metano.
B) hélio, metano e hidrogênio.
C) metano, hidrogênio e hélio.
D) hélio, hidrogênio e metano.
E) metano, hélio e hidrogênio.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. (FAAP-SP) Num recipiente fechado, de volume igual a 15 L, está contida uma mistura constituída por 20% molar de CH_4 e 80% molar de C_2H_6, à temperatura de 27 ºC e pressão de 1,64 atm. **CALCULE** as massas dos componentes da mistura, bem como suas respectivas pressões parciais (massas atômicas: H = 1 u; C = 12 u).

02. (UFV-MG–2011) A figura a seguir esquematiza três balões de volumes fixos, preenchidos com hélio, argônio e neônio, respectivamente, e ligados por tubos contendo as torneiras T1 e T2, inicialmente fechadas. O volume, a pressão e a temperatura são mostrados ao lado de cada balão. Considere a constante universal dos gases ideais R = 0,082 atm.L.mol^{-1}.K^{-1}.



Ao se abrirem as torneiras, mantendo a temperatura constante, as novas pressões, em atm, de He, Ar, Ne e a pressão total serão, respectivamente:

A) 0,167; 0,150; 0,267; 0,584.

B) 0,167; 0,050; 0,130; 0,484.

C) 0,200; 0,150; 0,267; 0,617.

D) 0,200; 0,050; 0,130; 0,350.

03. (UFRN) Uma mistura gasosa, num recipiente de 10 L, contém 28 g de nitrogênio, 10 g de dióxido de carbono, 30 g de oxigênio e 30 g de monóxido de carbono, a uma temperatura de 295 K. Assinale a alternativa que apresenta o valor da pressão parcial do nitrogênio.

A) 2,27 atm C) 2,59 atm E) 4,82 atm

B) 2,42 atm D) 2,89 atm

04. (PUC-Campinas-SP) A pressão do ar em uma cabine de avião a jato que voa a 10 000 m de altitude equivale à pressão do ar atmosférico a, aproximadamente, 2 400 m de altitude, além de ser mais seco. Considerando tais informações, é possível concluir que a pressão parcial do oxigênio no ar dentro da cabine

I. é maior do que a pressão parcial que esse gás exerce no ar externo à cabine a 10 000 m de altitude.

II. pode ser calculada pelo emprego da expressão: pressão parcial de O_2 = fração em mol de O_2 × pressão total do ar.

III. é igual à pressão parcial desse gás no ar a 2 400 m de altitude.

É **CORRETO** afirmar somente

A) I.

B) II.

C) III.

D) I e II.

E) II e III.

05. (ITA-SP) Em um recipiente está contida uma mistura de 5,6 g de N_2 (gás) com 6,4 g de O_2 (gás). A pressão total da mistura é de 2,5 atm.

Nessas condições, a pressão parcial do N_2 na mistura é de

Dado: N, 14 u; O, 16 u

A) $\frac{0,2}{0,4}$. 2,5 atm.

B) $\frac{0,4}{0,2}$. 2,5 atm.

C) 0,2 . 2,5 atm.

D) 0,4 . 2,5 atm.

E) (0,2 + 0,4) . 2,5 atm.

06. (FAAP-SP) Uma mistura gasosa formada por CO_2, N_2 e CO ocupa um volume de 10 L e apresenta seus componentes com as respectivas pressões parciais: 0,20 atm, 0,40 atm e 0,30 atm. **CALCULE** os volumes parciais para os componentes da mistura, bem como a composição da mesma em porcentagem molar.

07. (UMC-SP) A composição em volume do ar atmosférico é de 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio e 1% de argônio. A massa em grama de argônio (Ar = 40 u) em 224 litros de ar (CNTP) será

A) 0,082. C) 2,24. E) 4.

B) 40. D) 1.

08. (VUNESP) Qual é a pressão, em atmosferas, exercida por uma mistura de 1,0 g de H_2 e 8,0 g de He contida em um balão de aço de 5,0 L a 27 ºC?

Dados: Massas atômicas: H = 1 u; He = 4 u.

Constante dos gases: R = 0,0821 L.atm.mol^{-1}.K^{-1}

09. (EEM-SP) Um recipiente de capacidade igual a 5,8 L e mantido a 27 ºC contém 12,8 g de oxigênio, 8 g de hélio e 14 g de nitrogênio. **CALCULE**:

Dados: Massas atômicas: He = 4 u; N = 14 u; O = 16 u

A) A pressão total (p_T) do sistema.

B) A pressão parcial (p_i) do gás que tem a maior fração molar na mistura.

10. (Mackenzie-SP) No interior de um cilindro de êmbolo móvel e de massa desprezível, encontram-se aprisionados 2,0 g de hélio e 0,25 mol de hidrogênio gasosos. Se a temperatura é de 127 ºC e a capacidade do cilindro, de 10 L, a pressão que deverá ser aplicada ao êmbolo para que este permaneça em equilíbrio estático será

A) 2,46 atm.

B) 1,64 atm.

C) igual à pressão atmosférica normal.

D) 1 520,00 mmHg.

E) 1 246,40 mmHg.

11. (UEL-PR–2009 / Adaptado) Um cilindro com volume constante igual a 1 L e a 25 ºC contém inicialmente no seu interior 0,2 mol de argônio e 0,8 mol de nitrogênio gasoso (mistura 1). Em um determinado momento foi adicionado no interior do cilindro, a cada 1 minuto até completar 3 minutos, 0,2 mol de acetileno, originando as misturas 1.1, 1.2 e 1.3, respectivamente.

Dado: Constante dos gases (R): 0,082 $atm.L.mol^{-1}.K^{-1}$

Com base no texto e nos conhecimentos sobre gases, considere as afirmativas a seguir:

I. A pressão parcial do argônio no cilindro da mistura 1 é maior que a sua pressão parcial na mistura 1.1.

II. A pressão parcial do gás nitrogênio no cilindro da mistura 1.1 é menor que a sua pressão parcial na mistura 1.3.

III. A pressão parcial do gás acetileno no cilindro na mistura 1.3 é três vezes maior que na mistura 1.1.

IV. A pressão total no interior do cilindro após os três minutos da primeira adição do gás acetileno é aproximadamente 39,1 atm.

Assinale a alternativa **CORRETA**.

A) Somente as afirmativas I e II são corretas.
B) Somente as afirmativas I e IV são corretas.
C) Somente as afirmativas III e IV são corretas.
D) Somente as afirmativas I, II e IV são corretas.
E) Somente as afirmativas II, III e IV são corretas.

12. De um recipiente escapam 200 mL de oxigênio num certo intervalo de tempo. Pelo mesmo orifício, no mesmo intervalo de tempo, quanto escapa de metano, se a temperatura for a mesma?

Dados: O = 16 u; H = 1 u; C = 12 u

13. (UFBA) Numa sala fechada, foram abertos ao mesmo tempo três frascos que continham, respectivamente, gás amoníaco (NH_3), dióxido de enxofre (SO_2) e sulfeto de hidrogênio (H_2S). Uma pessoa que estava na sala, a igual distância dos três frascos, sentiu o efeito desses gases na seguinte ordem:

A) H_2S, NH_3 e SO_2.
B) H_2S, SO_2 e NH_3.
C) NH_3, H_2S e SO_2.
D) NH_3, SO_2 e H_2S.
E) SO_2, NH_3 e H_2S.

14. (UECE) Nas mesmas condições de pressão e temperatura, um gás X atravessa um pequeno orifício a uma velocidade três vezes menor que o hélio. A massa molecular de X é

A) 30.
B) 32.
C) 36.
D) 40.
E) N.d.a.

15. (Mackenzie-SP) Um recipiente com orifício circular contém os gases y e z. A massa molar do gás y é 4,0 e a massa molar do gás z é 36,0. A velocidade de escoamento do gás y será maior em relação à do gás z

A) 3 vezes.
B) 8 vezes.
C) 9 vezes.
D) 10 vezes.
E) 12 vezes.

16. (UEL-PR) De acordo com a Lei da Efusão dos Gases de Graham:

A velocidade com que um gás atravessa um pequeno orifício é proporcional à velocidade molecular média que, por sua vez, é inversamente proporcional a $\sqrt{M}$*, sendo M a massa molar do gás.*

Considere um recipiente contendo igual quantidade, em mols, das seguintes substâncias no estado gasoso e nas mesmas condições de pressão e temperatura:

- H_2S (cheiro de ovo podre)
- $(CH_3)_2O$ (cheiro de éter)
- SO_2 (cheiro do gás produzido ao riscar um palito de fósforo)

Ao abrir um pequeno orifício no recipiente, os gases devem ser sentidos na seguinte sequência:

A) H_2S, SO_2 e $(CH_3)_2O$
B) H_2S, $(CH_3)_2O$ e SO_2
C) SO_2, H_2S e $(CH_3)_2O$
D) SO_2, $(CH_3)_2O$ e H_2S
E) $(CH_3)_2O$, SO_2 e H_2S

17. (UFPE) Dois frascos, contendo diferentes gases que não reagem entre si, são interligados através de uma válvula. Sabe-se que

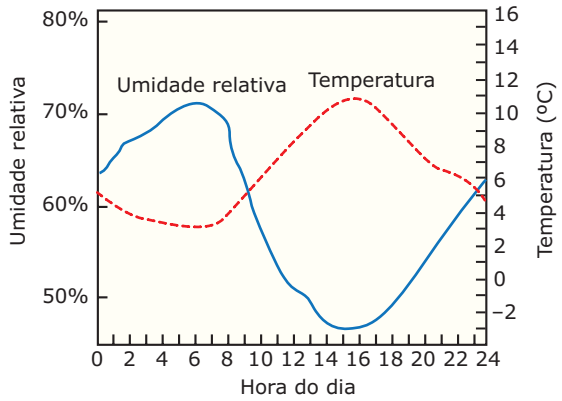
- não há variação de temperatura;
- a pressão inicial do gás A é o triplo da pressão inicial do gás B;
- o volume do frasco A é o dobro do frasco B.

Qual será a pressão do sistema (frasco A + B) quando a válvula for aberta?

A) O dobro da pressão do frasco B.
B) 7/3 da pressão do frasco B.
C) 5/3 da pressão do frasco B.
D) 2/3 da pressão do frasco A.
E) 1/3 da pressão do frasco A.

SEÇÃO ENEM

01. (Enem–2009) Umidade relativa do ar é o termo usado para descrever a quantidade de vapor de água contido na atmosfera. Ela é definida pela razão entre o conteúdo real de umidade de uma parcela de ar e a quantidade de umidade que a mesma parcela de ar pode armazenar na mesma temperatura e pressão quando está saturada de vapor, isto é, com 100% de umidade relativa. O gráfico representa a relação entre a umidade relativa do ar e sua temperatura ao longo de um período de 24 horas em um determinado local.



Considerando-se as informações do texto e do gráfico, conclui-se que

A) a insolação é um fator que provoca variação da umidade relativa do ar.
B) o ar vai adquirindo maior quantidade de vapor de água à medida que se aquece.
C) a presença de umidade relativa do ar é diretamente proporcional à temperatura do ar.
D) a umidade relativa do ar indica, em termos absolutos, a quantidade de vapor de água existente na atmosfera. E a variação da umidade do ar se verifica no verão, e não no inverno, quando as temperaturas permanecem baixas.

02. (Enem–2000) A adaptação dos integrantes da seleção brasileira de futebol à altitude de La Paz foi muito comentada em 1995, por ocasião de um torneio, como pode ser lido no texto a seguir.

A seleção brasileira embarca hoje para La Paz, capital da Bolívia, situada a 3 700 metros de altitude, onde disputará o torneio Interamérica. A adaptação deverá ocorrer em um prazo de 10 dias, aproximadamente. O organismo humano, em altitudes elevadas, necessita desse tempo para se adaptar, evitando-se, assim, risco de um colapso circulatório.

PLACAR, edição fev. 1995 (Adaptação).

A adaptação da equipe foi necessária principalmente porque a atmosfera de La Paz, quando comparada à das cidades brasileiras, apresenta

A) menor pressão e menor concentração de oxigênio.
B) maior pressão e maior quantidade de oxigênio.
C) maior pressão e maior concentração de gás carbônico.
D) menor pressão e maior temperatura.
E) maior pressão e menor temperatura.

03. (Enem–1999) A construção de grandes projetos hidroelétricos também deve ser analisada do ponto de vista do regime das águas e de seu ciclo na região. Em relação ao ciclo da água, pode-se argumentar que a construção de grandes represas

A) não causa impactos na região, uma vez que a quantidade total de água da Terra permanece constante.
B) não causa impactos na região, uma vez que a água que alimenta a represa prossegue depois rio abaixo com a mesma vazão e velocidade.
C) aumenta a velocidade dos rios, acelerando o ciclo da água na região.
D) aumenta a evaporação na região da represa, acompanhada também por um aumento local da umidade relativa do ar.
E) diminui a quantidade de água disponível para a realização do ciclo da água.

GABARITO

Fixação

01. B
02. 9 L
03. 911 mmHg, aproximadamente.
04. 14,3 cm
05. E

Propostos

01. $m(CH_4) = 3,2$ g; $p_{CH_4} = 0,328$ atm
$m(C_2H_6) = 24$ g; $p_{C_2H_6} = 1,312$ atm
02. A
03. B
04. D
05. A
06. $CO_2 \rightarrow x_{CO_2} = 22,2\%$; $V(CO_2) = 2,22$ L
$N_2 \rightarrow x_{N_2} = 44,4\%$; $V(N_2) = 4,44$ L
$CO \rightarrow x_{CO} = 33,3\%$; $V(CO) = 3,33$ L
07. E
08. 12,3 atm
09. A) 12,3 atm
B) 8,5 atm
10. A
11. C
12. 283 mL
13. C
14. C
15. A
16. B
17. B

Seção Enem

01. A
02. A
03. D

QUÍMICA

Introdução à Cinética Química

MÓDULO 04 FRENTE B

Existem milhares de reações químicas conhecidas atualmente e outras milhares que ainda estão por ser descobertas. Algumas dessas reações se processam com uma rapidez espantosa, outras, porém, são muito lentas. Com a finalidade de caracterizar a rapidez ou a lentidão com que as reações químicas ocorrem, foi introduzida a grandeza velocidade de reação. A parte da Química que estuda a velocidade de reação e os fatores que nela interferem é denominada Cinética Química.

VELOCIDADE MÉDIA

A velocidade média de uma reação é definida como:

$$v = \frac{\Delta \text{ quantidade}}{\Delta \text{ tempo}}$$

A quantidade poderá ser medida em

- quantidade de matéria (número de mols);
- volume;
- concentração molar, $mol.L^{-1}$, ou [ ].

Normalmente, utilizamos

$$v = \frac{\Delta[\text{reagentes ou produtos}]}{\Delta t} \quad \text{ou} \quad v = \frac{[\ ]_f - [\ ]_i}{\Delta t}$$

TIPOS DE VELOCIDADE MÉDIA

Vamos agora analisar as velocidades das reações em função da variação da concentração de reagente e / ou produtos.

Tomemos como exemplo a reação de síntese da amônia:

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$$

N_2 e H_2 são reagentes e com o decorrer da reação deverão ser consumidos.

O NH_3 é o produto; inicialmente, sua concentração é zero e, com o decorrer do tempo, à medida que o composto é formado, sua concentração aumentará.

OBSERVAÇÃO

- 1, 3 e 2 são os coeficientes estequiométricos que indicam as proporções (em quantidade de matéria) em que a reação se processa.

Velocidade média de consumo dos reagentes

A velocidade de consumo é definida para medir a rapidez ou a lentidão com que os reagentes são consumidos.

A velocidade de consumo é negativa, pois $[\ ]_f < [\ ]_i$.

Para a reação em questão, temos:

Velocidade de consumo de N_2:

$$v_{C_{N_2}} = \frac{\Delta[N_2]}{\Delta t}$$

OBSERVAÇÃO

- Alguns vestibulares desconsideram o sinal negativo da velocidade média de consumo dos reagentes, pois o único significado desse sinal é que a quantidade de reagente em análise diminui com o passar do tempo.

Velocidade média de formação dos produtos

A velocidade de formação é medida em função da rapidez ou da lentidão com que os produtos são formados.

A velocidade de formação é sempre positiva, pois $[\ ]_f > [\ ]_i$.

Para a reação em questão, temos:

Velocidade de formação do NH_3:

$$v_{f_{NH_3}} = \frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t}$$

Velocidade média do processo

A velocidade média poderá ser definida em função da quantidade de reagentes e / ou produtos, levando-se em consideração os coeficientes estequiométricos em questão. Estamos garantindo que a velocidade da reação será calculada por mol de reagente ou produto.

Para a reação em questão, temos

$$v_m = \frac{|\Delta N_2|}{\Delta t} = \frac{|\Delta H_2|}{3\Delta t} = \frac{|\Delta NH_3|}{2\Delta t}$$

em que 1, 3 e 2 são os coeficientes estequiométricos.

A velocidade média é determinada em módulo.

A partir da velocidade média, vamos fazer algumas considerações.

$$v_m = \frac{\left|\Delta[N_2]\right|}{1 \cdot \Delta t} = \frac{\left|\Delta[H_2]\right|}{3 \cdot \Delta t} = \frac{\left|\Delta[NH_3]\right|}{2 \cdot \Delta t}$$

Logo,

$$v_m = \frac{\left| v_{C_{N_2}} \right|}{1} = \frac{\left| v_{C_{H_2}} \right|}{3} = \frac{\left| v_{f_{NH_3}} \right|}{2}$$

ou

$$v_{C_{N_2}} = \frac{v_{C_{H_2}}}{3} \quad \text{e} \quad v_{C_{N_2}} = \frac{v_{f_{NH_3}}}{2}$$

e ainda

$$v_{C_{H_2}} = \frac{3v_{f_{NH_3}}}{2}$$

Vamos admitir que tenhamos os seguintes dados experimentais tabelados para a reação de síntese da água:

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$$

$[H_2]$ / mol.L^{-1}	$[O_2]$ / mol.L^{-1}	$[H_2O]$ / mol.L^{-1}	Tempo / min
12,00	10,00	0,00	0,00
8,00	8,00	4,00	50,00
6,00	7,00	6,00	100,00
5,00	6,50	7,00	150,00
4,50	6,25	7,50	200,00

A velocidade de consumo de O_2 no intervalo de 0 a 50 minutos é:

$$V_{C_{O_2}} = \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = \frac{8 - 10}{50 - 0} = -\frac{2}{50} \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$$

Velocidade instantânea

A velocidade da reação em um determinado instante t é denominada velocidade instantânea. Um instante corresponde a um intervalo de tempo (Δt) que tende a zero.

Podemos determinar a velocidade instantânea a partir da Lei da Ação das Massas (assunto a ser abordado em um módulo posterior) ou através da análise das curvas que representam as variações das quantidades de reagentes ou produtos em função do tempo da reação. Tais curvas podem ser obtidas experimentalmente.

A velocidade de uma reação, em um dado instante t, é dada pelo módulo da inclinação da reta tangente à curva de variação da concentração de reagentes ou de produtos em função do tempo.

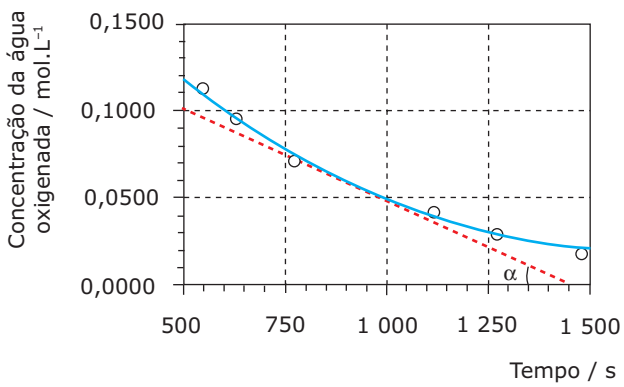
O ângulo da inclinação da reta tangente a cada ponto da curva irá indicar a velocidade instantânea da reação nesse ponto. Quanto menor for o ângulo de inclinação, menor será a velocidade instantânea.

Tomemos como exemplo a reação de decomposição da água oxigenada:

$$2H_2O_{2(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(\ell)} + O_{2(g)}$$

O gráfico a seguir representa a variação da concentração de $H_2O_{2(aq)}$ em função do tempo. A linha cheia foi obtida a partir dos dados experimentais.

Cinética de decomposição da água oxigenada catalisada por cloreto férrico



Vestibular UFMG 2006 (segunda etapa)

A linha tracejada no gráfico mostra a reta tangente para o tempo de 950 s. Portanto, a velocidade instantânea será igual à tangente do ângulo α, ângulo estabelecido entre a reta tracejada e o eixo do tempo.

$$\text{tg } \alpha = \text{cateto oposto / cateto adjacente}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{|\ \Delta[H_2O_{2(aq)}]\ |}{\Delta[t]}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{|\ [H_2O_{2(aq)}]_{1\ 450\ s} - [H_2O_{2(aq)}]_{500\ s}\ |}{1\ 450 - 500}$$

ANÁLISE GRÁFICA DA VELOCIDADE DE UMA REAÇÃO QUÍMICA

Tipos de linhas que descrevem a evolução de uma reação

As linhas que descrevem a evolução de uma reação podem ser dos seguintes tipos:

Linha		Significado
Reta	com inclinação positiva ou com inclinação negativa	Velocidade constante e diferente de zero
Reta	com inclinação igual a zero e paralela ao eixo do tempo	Velocidade constante e igual a zero (a reação pode ter se completado ou atingido o estado de equilíbrio)
Curva	ou	Velocidade variável e diferente de zero, diminuindo com o passar do tempo
Descendente	ou	Velocidade de consumo dos reagentes
Ascendente	ou	Velocidade de formação dos produtos

Reações com velocidades constantes

As reações químicas que apresentam velocidade constante são aquelas em que a inclinação da reta tangente, em um determinado instante (velocidade instantânea), é constante e as linhas que descrevem a evolução desse tipo de reação são sempre uma linha reta.

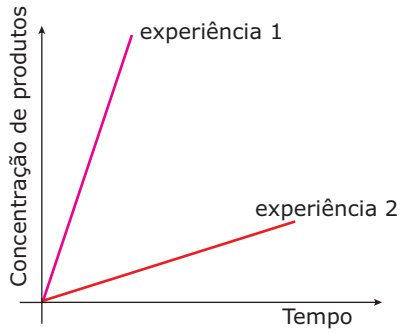


Gráfico 1

O gráfico 1 contém informações sobre a evolução de uma mesma reação em condições experimentais diferentes. Ambas as experiências ocorrem com velocidade constante. Contudo, a velocidade de formação do produto na experiência 1 é maior, pois a inclinação da reta que descreve a sua evolução é maior do que a inclinação da reta que descreve a evolução da reação 2.

Quando a reta apresenta inclinação igual a zero, ou seja, a reta é paralela ao eixo do tempo, a reação se completou ou atingiu o estado de equilíbrio.

Reações com velocidades variáveis

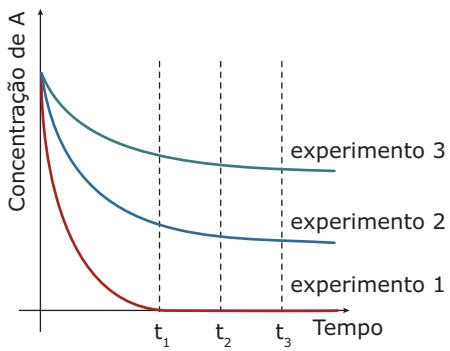


Gráfico 2

O gráfico 2 contém informações sobre a evolução de três reações nas mesmas condições experimentais. As experiências ocorrem a velocidades variáveis com o tempo. Contudo, a velocidade de consumo do reagente no experimento 1 é a maior de todas, pois a inclinação da reta tangente à curva que descreve o consumo do reagente, em módulo, é maior do que a das demais.

A velocidade de consumo do reagente no experimento 3 é a menor de todas, pois a inclinação da reta tangente à curva que descreve o consumo do reagente, em módulo, é menor do que nos demais experimentos.

Reações irreversíveis

As reações irreversíveis são aquelas em que há o consumo total de pelo menos um dos reagentes, ou seja, não há conversão de produto novamente em reagente.

No gráfico 2, temos certeza de que a única reação que é irreversível é a reação que ocorreu no experimento 1, pois, a partir do tempo t_1, a quantidade de reagente é igual a zero.

A tabela 1 descreve a evolução de uma reação irreversível entre os reagentes A e B, originando o produto C, no experimento 1:

$$A_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow C_{(g)}$$

Tempo	[A] / mol.L^{-1}	[B] / mol.L^{-1}	[C] / mol.L^{-1}
t_0	10	10	0
t_1	5	5	5
t_2	2	2	8
t_3	1	1	9
t_4	0	0	10
t_5	0	0	10

Tabela 1

Observe que, a partir do tempo t_4, a concentração de reagentes e produtos não mais se altera e os reagentes foram totalmente consumidos, ou seja, a reação não apresenta reagentes em excesso.

A tabela 2 descreve a evolução de uma reação irreversível entre os reagentes D e E, originando o produto F no experimento 2, e possui um reagente em excesso:

$$D_{(g)} + E_{(g)} \rightarrow F_{(g)}$$

Tempo	[D] / mol.L^{-1}	[E] / mol.L^{-1}	[F] / mol.L^{-1}
t_0	10	12	0
t_1	5	7	5
t_2	2	4	8
t_3	1	3	9
t_4	0	2	10
t_5	0	2	10

Tabela 2

Observe que, a partir do tempo t_4, a concentração de reagentes e produtos não mais se altera e o reagente D foi totalmente consumido, mas o reagente E ainda apresenta concentração diferente de zero, ou seja, a reação apresenta reagente E em excesso.

Reações reversíveis

As reações reversíveis são reações em que não há o consumo total dos reagentes, ou seja, há conversão de parte do produto novamente em reagente.

O sentido da reação em que os reagentes se convertem em produtos é denominado sentido direto.

O sentido da reação em que os produtos se convertem em reagentes é denominado sentido inverso.

Uma reação reversível é representada por duas setas de sentido contrário.

$$A_{(g)} + 2B_{(g)} \underset{\text{sentido inverso}}{\overset{\text{sentido direto}}{\rightleftharpoons}} 3C_{(g)}$$

Toda reação reversível atinge o estado de equilíbrio. O estado de equilíbrio é obtido quando a velocidade com a qual o reagente se converte em produto é igual à velocidade com a qual o produto se converte em reagente.

$$A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 3C_{(g)}$$

Tempo	[A] / mol.L^{-1}	[B] / mol.L^{-1}	[C] / mol.L^{-1}
t_0	10	14	0
t_1	8	10	6
t_2	6	6	12
t_3	4	2	18
t_4	4	2	18
t_5	4	2	18

Tabela 3

Observe que nenhum dos reagentes é completamente consumido, mas a partir do tempo t_3 a variação da concentração dos reagentes e produtos é igual a zero. Isso ocorre porque as velocidades instantâneas de consumo dos reagentes é igual à velocidade instantânea de formação desses reagentes. A velocidade média da reação, porém, é igual a zero, pois a variação da concentração da espécie química monitorada também é igual a zero.

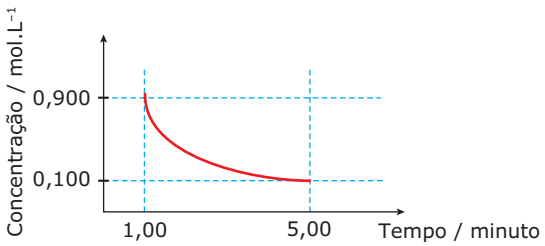
Análise gráfica de reações irreversíveis e reversíveis

No gráfico 2, temos a certeza de que a única experiência cuja reação é irreversível é a reação que ocorre no experimento 1, pois, a partir do tempo t_1, a quantidade de reagente é igual a zero.

As reações que ocorrem nos experimentos 2 e 3 se completaram, com o reagente A em excesso (o reagente não foi totalmente consumido), ou atingiram o estado de equilíbrio, a partir dos tempos t_2 e t_3, respectivamente.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01. (UFMG–2006) Analise este gráfico, em que está representada a variação da concentração de um reagente em função do tempo em uma reação química:



Considerando-se as informações desse gráfico, é **CORRETO** afirmar que, no intervalo entre 1 e 5 minutos, a velocidade média de consumo desse reagente é de

A) 0,200 $mol.L^{-1}.min^{-1}$.
B) 0,167 $mol.L^{-1}.min^{-1}$.
C) 0,225 $mol.L^{-1}.min^{-1}$.
D) 0,180 $mol.L^{-1}.min^{-1}$.

02. (UFMG) A rapidez de decomposição do óxido de nitrogênio (V),

$$N_2O_5 \rightarrow N_2O_4 + \frac{1}{2}O_2,$$

foi estudada a 35 ºC, sendo obtidos os seguintes dados:

Tempo (s)	Concentração de N_2O_5 em $mol.L^{-1}$
0	2,35
180	2,05
360	1,90
540	1,72

A rapidez média da reação no intervalo de tempo correspondente a 360 para 540 segundos é igual a

A) $2,2x10^{-4}$ $mol.L^{-1}.s^{-1}$.
B) $1,0x10^{-3}$ $mol.L^{-1}.s^{-1}$.
C) $3,0x10^{-3}$ $mol.L^{-1}.s^{-1}$.
D) $6,0x10^{-3}$ $mol.L^{-1}.s^{-1}$.
E) $1,8x10^{-1}$ $mol.L^{-1}.s^{-1}$.

03. (UniCEUB-DF) Num recipiente fechado, ocorre a reação de síntese da amônia:

$$N_{2(g)} + H_{2(g)} \rightarrow NH_{3(g)}$$

Verifica-se que 0,20 mol de $N_{2(g)}$ são consumidos num intervalo de 5 minutos. As velocidades médias ($mol.min^{-1}$) da reação de consumo do $N_{2(g)}$ e do $H_{2(g)}$ são, respectivamente,

A) 0,02 e 0,04.
B) 0,04 e 0,12.
C) 0,02 e 0,06.
D) 0,40 e 1,2.
E) 2 e 3.

04. (UFMG–2006 / Adaptado) A decomposição de água oxigenada, $H_2O_{2(aq)}$, produz água líquida, $H_2O_{(\ell)}$, e oxigênio gasoso, $O_{2(g)}$, conforme representado nesta equação:

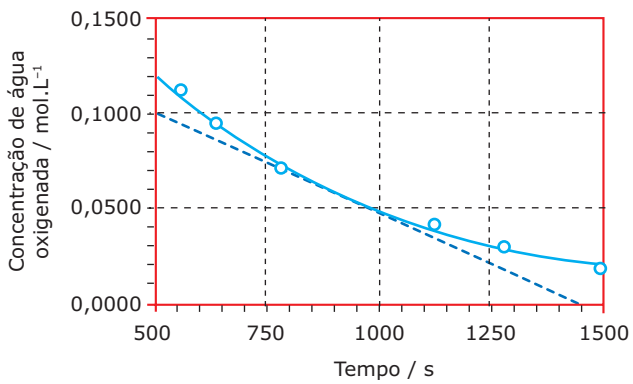
$$H_2O_{2(aq)} \rightarrow H_2O_{(\ell)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$$

Para estudar a cinética dessa decomposição, um estudante realizou um experimento, em que acompanhou a reação, na presença do catalisador $FeC\ell_{3(aq)}$, determinando, periodicamente, a concentração da água oxigenada.

Este gráfico representa a variação da concentração de $H_2O_{2(aq)}$ em função do tempo.

A linha cheia foi obtida a partir dos dados experimentais.

Cinética de decomposição da água oxigenada catalisada por cloreto férrico



A velocidade de uma reação, em um dado instante t, é dada pelo valor da inclinação da reta tangente à curva de variação da concentração da água oxigenada em função do tempo, com sinal trocado. A linha tracejada no gráfico mostra a reta tangente para o tempo de 950 s.

1. Utilizando a tangente tracejada, **CALCULE** a velocidade instantânea da reação de decomposição da água oxigenada no tempo de 950 s.

2. **INDIQUE** se a velocidade da reação diminui, permanece constante ou aumenta, à medida que o tempo de reação passa. **JUSTIFIQUE** sua resposta.

QUÍMICA

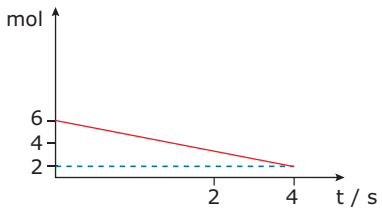
05. (FUVEST-SP) Para uma dada reação química, expressa como A → B, sabe-se que a concentração de A reduz-se à metade em cada intervalo de 30 minutos.

A) Se a concentração inicial de A for de 1,00 mol.L^{-1}, após quanto tempo ela atingirá o valor de 0,125 mol.L^{-1}?

B) A velocidade dessa reação é constante, aumenta ou diminui com o tempo? **JUSTIFIQUE** sua resposta.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. (FMU-SP) O gráfico a seguir mostra a variação da quantidade de matéria de reagente em função do tempo, numa reação química.



A rapidez média dessa reação é

A) −1 mol.s^{-1}.

B) 1 mol.s^{-1}.

C) 2 mol.s^{-1}.

D) 4 mol.s^{-1}.

E) −4 mol.s^{-1}.

02. Um químico realizou a reação de decomposição do H_2CO_3:

$$H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2$$

Mediu a concentração molar do CO_2 nos tempos 10 s e 20 s e obteve:

10 s → $[CO_2] = 0{,}2$ mol.L^{-1}

20 s → $[CO_2] = 0{,}8$ mol.L^{-1}

Qual é a velocidade média dessa reação no intervalo de 10 s a 20 s?

03. (PUC Minas) Considere a equação:

$$2NO_{2(g)} + 4CO_{(g)} \rightarrow N_{2(g)} + 4CO_{2(g)}$$

Admita que a formação do $N_{2(g)}$ tem uma velocidade média constante igual a 0,05 mol.min^{-1}. A massa de $CO_{2(g)}$, em gramas, formada em 1 hora, é

A) 8,8.

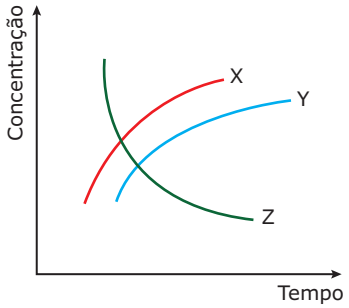
B) 44,0.

C) 84,0.

D) 132,0.

E) 528,0.

04. (Cesgranrio) O gráfico representa a variação das concentrações das substâncias X, Y e Z durante a reação em que elas tomam parte:



A equação que representa a reação é

A) X + Z → Y.

B) X + Y → Z.

C) X → Y + Z.

D) Y → X + Z.

E) Z → X + Y.

05. (UFRN) O Haber é um importante processo industrial para produzir amônia, conforme a reação:

$$1N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$$

Colocados, num reator, nitrogênio e hidrogênio, obtiveram-se os seguintes dados em minutos e mol.L^{-1}:

Δt / min	$[N_2]$	$[H_2]$	$[NH_3]$
0	0,50	1,50	–
10	0,45	1,35	0,10

A velocidade média em função de NH_3, N_2, H_2 e a velocidade média da reação são, respectivamente,

A) 0,01; −0,005; −0,015 e 0,005 mol.L^{-1}.min^{-1}.

B) 0,01; 0,135; 0,045 e 0,005 mol.L^{-1}.min^{-1}.

C) 0,01; 0,005; 0,015 e 0,005 mol.L^{-1}.min^{-1}.

D) 0,01; −0,130; −0,045 e 0,005 mol.L^{-1}.min^{-1}.

E) 0,10; 1,350; 0,450 e 0,005 mol.L^{-1}.min^{-1}.

06. O *air bag*, dispositivo de segurança utilizado em alguns veículos, é inflado, em caso de acidente, com gás N_2 produzido pela reação:

$$2NaN_{3(s)} \rightarrow 2Na_{(s)} + 3N_{2(g)}$$

O tempo necessário para que um *air bag* seja completamente inflado, atingindo um volume de 54 L, é de 1/20 s. **CALCULE** a velocidade de formação do N_2 em litros por segundo e a velocidade de consumo do NaN_3 em mol por segundo.

Dado: Volume molar na temperatura ambiente: 27 L.

07. Em determinada experiência, a reação de formação de água está ocorrendo com o consumo de quatro mols de oxigênio por minuto. Consequentemente, a velocidade de consumo de hidrogênio é de

A) 2 $mol.min^{-1}$.
B) 4 $mol.min^{-1}$.
C) 8 $mol.min^{-1}$.
D) 12 $mol.min^{-1}$.
E) 16 $mol.min^{-1}$.

08. (PUC Minas) A poluição pelo $NO_{2(g)}$ é uma das causas da destruição da camada de ozônio. Uma das reações que pode ocorrer no ar poluído é a reação do dióxido de nitrogênio com o ozônio:

$$2NO_{2(g)} + O_{3(g)} \rightarrow N_2O_{5(g)} + O_{2(g)}$$

Admita que a formação do $O_{2(g)}$ tem uma rapidez média constante igual a 0,05 $mol.L^{-1}.s^{-1}$. A massa de $O_{3(g)}$ consumida em 1 min, é, em gramas,

A) 2,40.
B) 144,00.
C) 1,60.
D) 96,00.
E) 48,00.

09. (UFSCar-SP) Com relação à reação:

$$2A + 3B \rightarrow 2C + D$$

Podemos afirmar que

A) os reagentes (A e B) são consumidos com a mesma velocidade.
B) a velocidade de desaparecimento de A é igual à velocidade de aparecimento de C.
C) os produtos (C e D) são formados com a mesma velocidade.
D) a velocidade de aparecimento de D é três (3) vezes maior que a velocidade de desaparecimento de B.
E) a velocidade de desaparecimento de A é a metade da velocidade de aparecimento de D.

10. (PUC Minas–2007) Durante a decomposição da água oxigenada, ocorre a formação de água e oxigênio, de acordo com a equação:

$$2H_2O_{2(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(\ell)} + O_{2(g)}$$

Se a velocidade de liberação de oxigênio é $1x10^{-4}$ $mol.s^{-1}$, a velocidade de consumo da água oxigenada em $mol.s^{-1}$ é

A) $0,5x10^{-4}$.
B) $1x10^{-4}$.
C) $2x10^{-4}$.
D) $3x10^{-4}$.

11. (UFSC) Para a reação A + 2B → C, com as concentrações iniciais de **A** e **B** iguais a 8,5 $mol.L^{-1}$ e 15 $mol.L^{-1}$, respectivamente, colheram-se os seguintes dados em laboratório:

Tempo (h)	[C]
0,0	0,0
1,0	3,0
2,0	4,5
3,0	5,0
4,0	5,5

Em que [C] é a concentração molar de **C**. Com os dados fornecidos, **CALCULE**

A) a velocidade média da reação no intervalo de 1h a 3h.
B) a concentração de **A** no tempo de 4h.

12. (PUC-Campinas-SP) A combustão do butano corresponde à equação

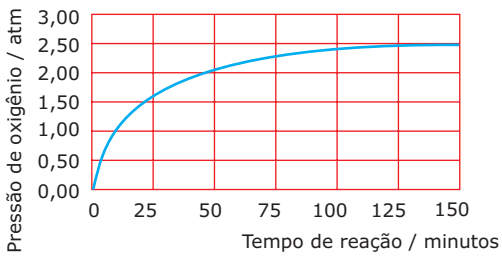
$$C_4H_{10(g)} + 6,5O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 5H_2O_{(\ell)}$$

Se a velocidade da reação for 0,05 mol de butano por minuto, **DETERMINE** a massa de CO_2 produzida em meia hora.

13. (UFMG) A água oxigenada, H_2O_2, decompõe-se para formar água e oxigênio, de acordo com a equação

$$H_2O_{2(\ell)} \rightarrow H_2O_{(\ell)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$$

A rapidez dessa reação pode ser determinada recolhendo-se o gás em um sistema fechado, de volume constante, e medindo-se a pressão do oxigênio formado em função do tempo de reação.



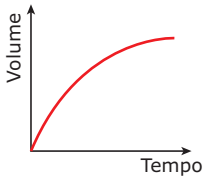
Em uma determinada experiência, realizada a 25 ºC, foram encontrados os resultados mostrados no gráfico.

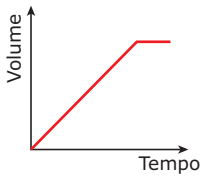
Considerando-se o gráfico, pode-se afirmar que a rapidez de decomposição da água oxigenada

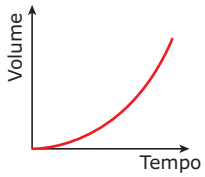
A) aumenta durante o processo de decomposição.
B) tende para zero no final do processo de decomposição.
C) é constante durante todo o processo de decomposição.
D) é igual a zero no início do processo de decomposição.

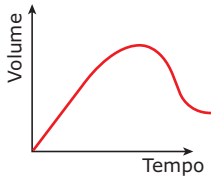
14. (FCMMG–2009) Na reação de zinco metálico com excesso de ácido clorídrico, são formados um sal e hidrogênio molecular.

O gráfico que melhor representa a variação do volume do gás obtido com o tempo, desde o início da reação (tempo zero) até o seu fim, é

A)


C)


B)


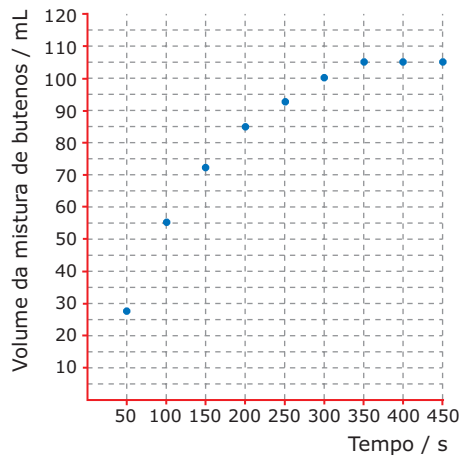
D)


15. (FUVEST-SP) O 2-bromobutano (líquido) reage com o hidróxido de potássio (em solução de água e álcool) formando o 2-buteno (gasoso) e, em menor proporção, o 1-buteno (gasoso).

$$C_4H_9Br_{(\ell)} + KOH_{(aq)} \rightarrow C_4H_{8(g)} + KBr_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

Numa experiência, 1,37 g de 2-bromobutano e excesso de KOH foram aquecidos a 80 ºC.

A cada 50 segundos, o volume da mistura de butenos foi determinado, nas condições ambientais, obtendo-se o gráfico a seguir:

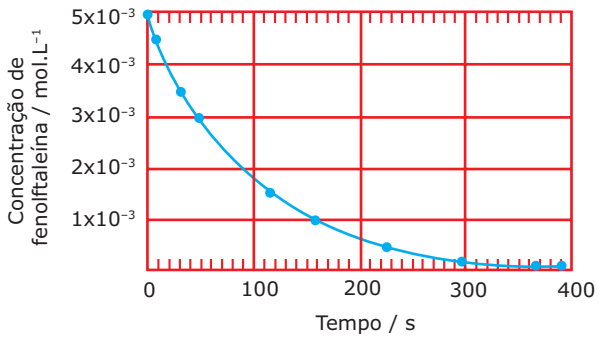


A) Com esses dados, verifica-se que a conversão do 2-bromobutano na mistura 2-buteno e 1-buteno não foi de 100%. **MOSTRE** isso com cálculos.

B) Observando o gráfico, o que se pode afirmar sobre a velocidade da reação quando se comparam seus valores médios ao redor de 100, 250 e 400 segundos? **JUSTIFIQUE** sua resposta utilizando o gráfico.

Dados: volume molar de gás nas condições ambientais = 25 $L.mol^{-1}$. Massa molar do 2-bromobutano = 137 $g.mol^{-1}$

16. (UNIFESP–2008) Para neutralizar 10,0 mL de uma solução de ácido clorídrico, foram gastos 14,5 mL de solução de hidróxido de sódio 0,120 $mol.L^{-1}$. Nessa titulação ácido-base, foi utilizada fenolftaleína como indicador do ponto final da reação. A fenolftaleína é incolor no meio ácido, mas torna-se rosa na presença de base em excesso. Após o final da reação, percebe-se que a solução gradativamente fica incolor à medida que a fenolftaleína reage com excesso de NaOH. Nesse experimento, foi construído um gráfico que representa a concentração de fenolftaleína em função do tempo.

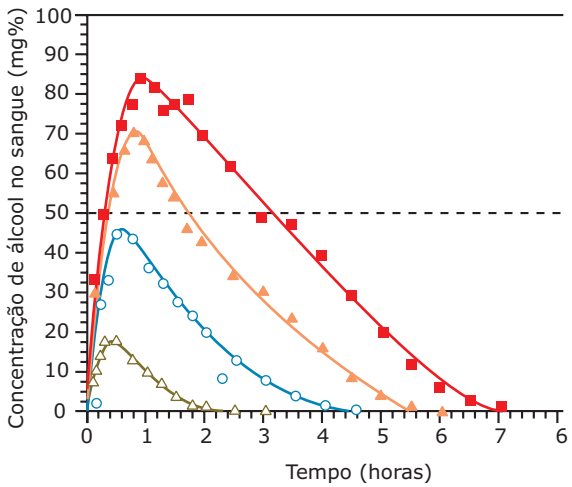


A) **ESCREVA** a equação da reação de neutralização e **CALCULE** a concentração, em $mol.L^{-1}$, da solução de HCℓ.

B) **CALCULE** a velocidade média de reação de decomposição da fenolftaleína durante o intervalo de tempo de 50 segundos iniciais de reação. **EXPLIQUE** por que a velocidade de reação não é a mesma durante os diferentes intervalos de tempo.

SEÇÃO ENEM

01. (Enem–2009) Analise a figura.



Disponível em: <http//www.alcoologia.net>.
Acesso em: 15 jul. 2009 (Adaptação).

Supondo que seja necessário dar um título para essa figura, a alternativa que melhor traduziria o processo representado seria:

A) Concentração média de álcool no sangue ao longo do dia

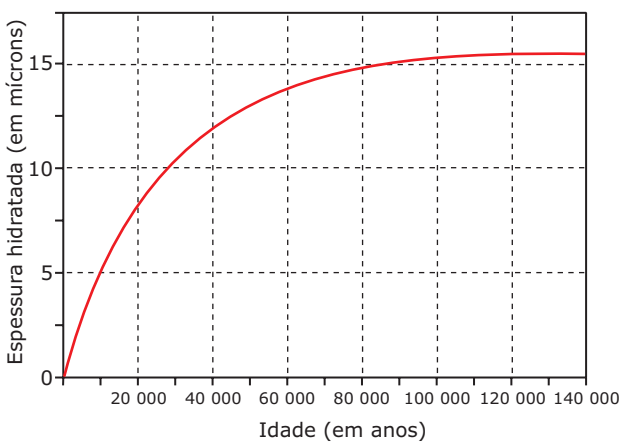
B) Variação da frequência da ingestão de álcool ao longo das horas

C) Concentração mínima de álcool no sangue a partir de diferentes dosagens

D) Estimativa de tempo necessário para metabolizar diferentes quantidades de álcool

E) Representação gráfica da distribuição de frequência de álcool em determinada hora do dia

02. (Enem–1999) A obsidiana é uma pedra de origem vulcânica que, em contato com a umidade do ar, fixa água em sua superfície, formando uma camada hidratada. A espessura da camada hidratada aumenta de acordo com o tempo de permanência no ar, propriedade que pode ser utilizada para medir sua idade. O gráfico a seguir mostra como varia a espessura da camada hidratada, em mícrons (1 mícron = 1 milésimo de milímetro) em função da idade da obsidiana.



Com base no gráfico, pode-se concluir que a espessura da camada hidratada de uma obsidiana

A) é diretamente proporcional à sua idade.

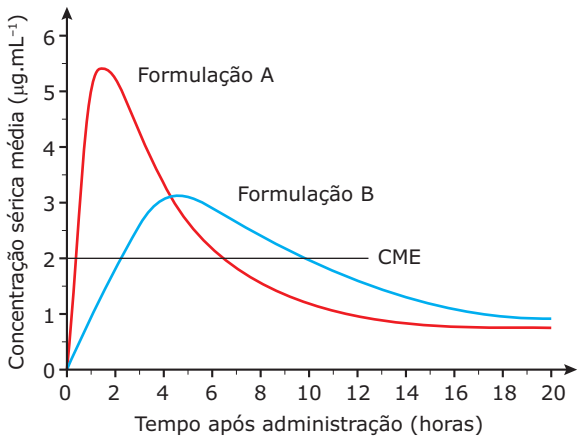
B) dobra a cada 10 000 anos.

C) aumenta mais rapidamente quando a pedra é mais jovem.

D) aumenta mais rapidamente quando a pedra é mais velha.

E) a partir de 100 000 anos não aumenta mais.

03. A eficiência na administração oral de um medicamento leva em conta vários parâmetros, entre os quais: o tempo para se atingir a concentração máxima na corrente sanguínea; a concentração mínima efetiva (CME), que é a concentração mínima necessária para que o paciente apresente resposta adequada ao medicamento; a quantidade total de medicamento no sangue após a sua administração. O diagrama a seguir mostra a variação da concentração no sangue (microgramas por mililitro, $\mu g.mL^{-1}$), em função do tempo, para a mesma quantidade de um mesmo medicamento em duas formulações diferentes.



Texto e gráfico extraídos do vestibular Unicamp-SP–2006.

A partir das informações dadas, avalie as seguintes afirmativas:

I. A absorção é mais rápida no caso da formulação A.

II. A formulação que permite um maior tempo de manutenção da concentração mínima efetiva (CME) é a B.

III. Considerando que o tratamento deve se prolongar por sete dias e que as cápsulas de ambas as formulações têm a mesma quantidade do medicamento, custam o mesmo preço e podem ser compradas por unidade, pode-se afirmar que o tratamento com a formulação A custaria menos.

É correto o que se afirma

A) apenas em I.

B) apenas em I e II.

C) apenas em I e III.

D) apenas em II e III.

E) em todos os itens.

QUÍMICA

GABARITO

Fixação

01. A

02. B

03. B

04. 1 $v_{inst.} = 1{,}05 \times 10^{-4}\ mol^{-1}.s^{-1}$

    2. Indicação: Diminui

       Justificativa: À medida que o tempo passa, ocorre a diminuição da concentração dos reagentes, que passam a ter então menor número de partículas. Dessa forma, há menor probabilidade de ocorrerem colisões efetivas e, consequentemente, há a diminuição da velocidade de reação. Isso pode ser verificado graficamente, observando que, à medida que o tempo passa, o ângulo de inclinação da reta tangente, num dado instante, diminui.

05. A) 90 minutos

    B) Ao calcularmos a velocidade média de consumo do reagente A em intervalos de tempo de 30 minutos, percebe-se que a mesma é menor, ou seja, a velocidade instantânea de consumo de A diminui com o passar do tempo.

Propostos

01. A

02. 0,06 $mol.L^{-1}.s^{-1}$

03. E

04. E

05. A

06. $v_f\ (N_{2(g)}) = 1\ 080\ L.s^{-1}$

    $v_c\ (NaN_{3(s)}) = 26{,}67\ mol.s^{-1}$

07. C

08. B

09. B

10. C

11. A) $1\ mol.L^{-1}.h^{-1}$

    B) $3\ mol.L^{-1}$

12. 264 g de $CO_{2(g)}$ em 30 min.

13. B

14. A

15. A) 100% = 250 mL; 105 mL = 42% de rendimento.

    B) Quanto menor a inclinação da reta tangente a cada ponto, menor a velocidade, portanto, $v_{100} > v_{250} > v_{400}$.

16. A) $HC\ell + NaOH \rightarrow NaC\ell + H_2O$

    $[HC\ell] = 0{,}174\ mol.L^{-1}$

    B) $v_{reação} = 4{,}0 \times 10^{-5}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$

    A velocidade de reação depende da concentração de fenolftaleína. Com a diminuição da concentração de fenolftaleína (vide gráfico), ocorre a diminuição da velocidade de reação.

Seção Enem

01. D

02. C

03. B

QUÍMICA

Classificação periódica

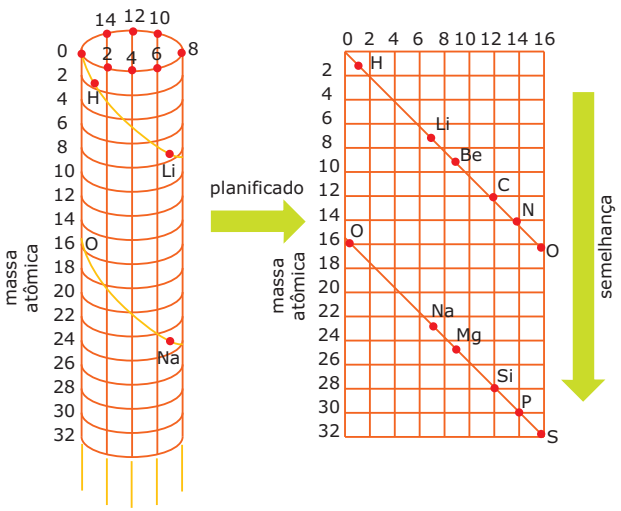
MÓDULO 05 FRENTE C

HISTÓRICO

A classificação periódica é uma organização dos elementos químicos com a finalidade de evidenciar algumas semelhanças em suas propriedades físicas e / ou químicas. Vários estudiosos tentaram criar um sistema de classificação dos elementos.

O primeiro foi o químico alemão **Johann Wolfgang Döbereiner**, que, em 1829, agrupou os elementos em **tríades**. Essas tríades eram grupos de três elementos com massas atômicas diferentes, porém com propriedades químicas muito semelhantes. A massa atômica do elemento central da tríade era a média das massas atômicas do primeiro e do terceiro membros. Os elementos cloro, bromo e iodo formavam uma tríade; lítio, sódio e potássio formavam outra, mas muitos dos metais importantes não puderam ser agrupados em tríades.

Em 1863, o geólogo e mineralogista francês **Alexandre-Emile Béguyer de Chancourtois** dispôs os elementos numa espiral traçada nas paredes de um cilindro, em ordem crescente de massa atômica. Tal classificação recebeu o nome de **parafuso telúrico**. Apesar da importância desse trabalho, ele foi ignorado por muitos químicos por conter muita informação geológica.



O parafuso telúrico de Chancourtois

Outra tentativa de classificação periódica foi feita, em 1864, pelo químico **John Alexander Reina Newlands**. Ele afirmava que os elementos poderiam ser arranjados num modelo periódico de **oitavas**, ou grupos de oito, na ordem crescente de suas massas atômicas. A ideia de Newlands, entretanto, foi ridicularizada pela analogia com os sete intervalos da escala musical. A base teórica que permite a organização atual dos elementos – número atômico e mecânica quântica – era desconhecida naquela época e permaneceu assim por várias décadas.

Em 1869, **Dimitri Ivanovich Mendeleyev**, um químico nascido na Sibéria, enquanto escrevia um livro de Química Inorgânica, conseguiu criar um sistema de organização dos elementos químicos de uma forma muito parecida com a classificação periódica moderna. Mendeleyev criou uma carta para cada um dos 63 elementos conhecidos na época. Cada carta continha o símbolo do elemento, a massa atômica e suas propriedades químicas e físicas. Colocando as cartas em uma mesa, organizou-as em ordem crescente de suas massas atômicas, agrupando-as em elementos de propriedades semelhantes. Formou-se, então, a tabela periódica. A vantagem da tabela periódica de Mendeleyev sobre as outras era que ela exibia semelhanças entre grupos diversos de elementos e não apenas em pequenos conjuntos, como as anteriores. Mostrava semelhanças numa rede de relações vertical, horizontal e diagonal. Em 1906, Mendeleyev foi agraciado com o Prêmio Nobel por esse brilhante trabalho.

Dimitri Ivanovich Mendeleyev

Em 1913, o cientista britânico **Henry Moseley** descobriu que o número de prótons no núcleo dos átomos de um determinado elemento é sempre o mesmo. Quando os elementos foram arranjados de acordo com o aumento do número atômico, alguns problemas existentes na tabela de Mendeleyev deixaram de existir e, por isso, a tabela periódica moderna foi baseada no número atômico dos elementos.

CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA ATUAL

A tabela periódica moderna traz os elementos em ordem crescente de seus números atômicos em **linhas** (horizontal), de modo que elementos com propriedades químicas semelhantes fiquem nas mesmas **colunas** (vertical).

As linhas são também chamadas de **séries** ou **períodos** e reúnem elementos cujos átomos possuem o mesmo número de níveis eletrônicos ocupados no estado fundamental. Os números (1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7) que se referem aos sete períodos têm relação com o número quântico principal (n) dos elétrons de valência dos átomos de certo elemento de um dado período.

Nas colunas, que podem ser chamadas de **grupos** ou **famílias**, estão elementos com propriedades químicas parecidas. A mecânica quântica relaciona essas semelhanças de propriedades a semelhanças na estrutura eletrônica dos átomos. Uma denominação não oficial, mas ainda muito empregada, faz uso de algarismos romanos, acompanhados das letras A ou B. A IUPAC recomenda a numeração contínua de 1 a 18 para a distinção dos grupos.

Classificação dos elementos quanto às propriedades físicas

A divisão dos elementos químicos em metais e ametais foi a primeira forma de classificá-los. Uma classificação muito comum hoje em dia divide os elementos nos seguintes grupos: **metais**, **ametais**, **semimetais**, **gases nobres** e **hidrogênio**. Apesar de ser muito usada, não é recomendada pela IUPAC.

	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIIIB			IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA	
1	H																	He	1
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	2
3	Na	Mg											Aℓ	Si	P	S	Cℓ	Ar	3
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	4
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	5
6	Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tℓ	Pb	Bi	Po	At	Rn	6
7	Fr	Ra	Ac**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh		Uuo	7

6	*	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
7	**	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

LEGENDA

Fe metais — Si semimetais — H hidrogênio

O ametais — He gases nobres

Tabela periódica incluindo os semimetais e identificando as colunas com algarismos romanos, classificação não recomendada pela IUPAC.

Metais

Os elementos metálicos têm propriedades bem típicas. Apresentam brilho característico, o que significa que a superfície polida de um metal funciona como espelho. São também bons condutores de calor, por isso a sensação de frio quando tocamos um metal – ele retira calor rapidamente da nossa pele. Esses elementos, sólidos em sua maioria, possuem elevada condutividade elétrica, que geralmente diminui com o aumento da temperatura. Além disso, os metais são dúcteis (facilmente transformados em fios finos) e maleáveis (facilmente transformados em lâminas delgadas).

Ametais

Os ametais possuem propriedades diametralmente opostas às dos metais. Os ametais típicos não apresentam brilho metálico e não são bons condutores térmicos, nem elétricos.

Muitas das substâncias simples formadas por elementos ametálicos são gasosas e mesmo aquelas que são encontradas na forma sólida não apresentam as elevadas ductibilidades ou maleabilidades típicas dos metais.

Semimetais

As substâncias simples formadas pelos semimetais possuem propriedades intermediárias às dos metais e às dos ametais. Por exemplo, elas são semicondutoras elétricas e também semicondutoras térmicas. A condutividade elétrica desses elementos aumenta com o aumento da temperatura.

A denominação "semimetal" vem, nos dias de hoje, caindo em desuso, uma vez que os elementos pertencentes a essa classe nunca foram claramente definidos ou indicados oficialmente. É muito comum encontrarmos tabelas que deixam os elementos germânio, antimônio e polônio como metais e os elementos boro, silício, arsênio e telúrio como ametais.

Gases nobres

São os elementos formadores do grupo 0, VIIIA ou 18. Possuem átomos com o octeto (à exceção do He) completo e apresentam uma baixíssima reatividade química. Aparecem, na natureza, na forma de gases monoatômicos e dificilmente formam compostos. Já foram chamados de gases raros ou gases inertes. Esses elementos não apareceram na tabela de Mendeleyev. A alta carga nuclear efetiva que os átomos desses elementos experimentam favorece a baixa reatividade.

Hidrogênio

O hidrogênio apresenta uma química muito peculiar, não sendo conveniente enquadrá-lo em nenhuma das classificações anteriores.

Uma forma mais simples de dividir os elementos químicos considera apenas três categorias: **metais**, **ametais** e **gases nobres**, como está apresentado na tabela a seguir.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Aℓ	Si	P	S	Cℓ	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tℓ	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh		Uuo

6	*	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
7	**	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

LEGENDA

Fe Metais — He Gases nobres — O Não metais ou ametais

Tabela periódica utilizando a numeração contínua recomendada pela IUPAC e sem os semimetais.

Classificação dos elementos de acordo com a configuração eletrônica

Um elemento químico pode ser classificado de acordo com o subnível em que ocorre o elétron diferencial de seus átomos. Existem os elementos **típicos** ou **representativos**, que têm o elétron diferencial em um subnível do tipo **s** ou **p**, sempre pertencente ao último nível de energia. Já os elementos de **transição** – antigamente chamados de transição externa – apresentam o elétron diferencial em um subnível **d** do penúltimo nível energético, e os de **transição interna**, o elétron diferencial normalmente está em um subnível **f** do antepenúltimo nível eletrônico.

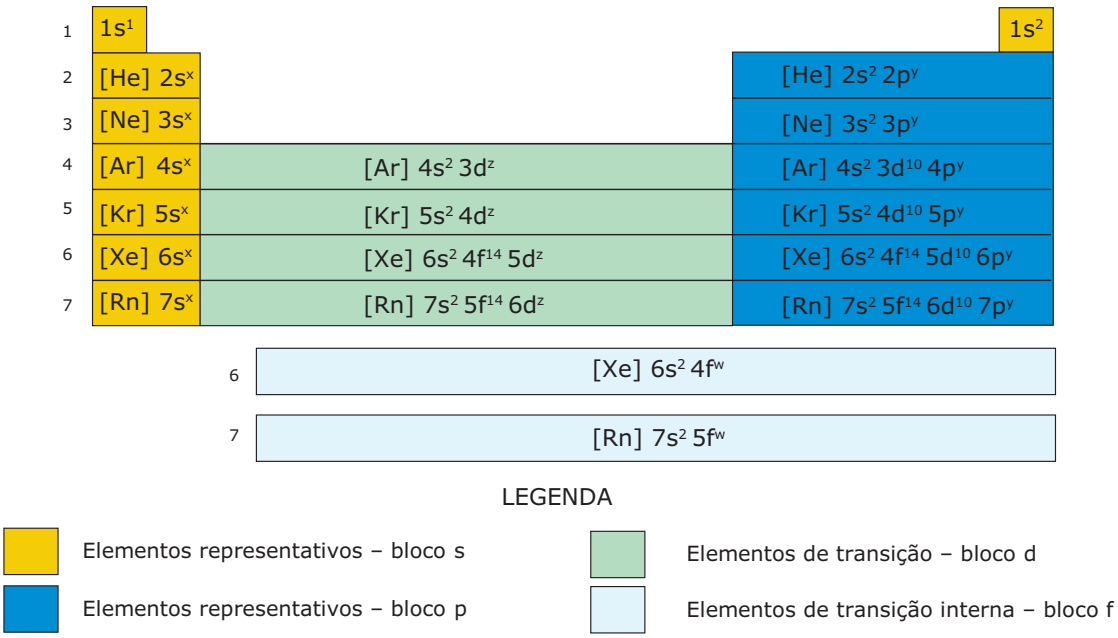

1 1s¹ 1s²
2 [He] 2s^x [He] 2s² 2p^y
3 [Ne] 3s^x [Ne] 3s² 3p^y
4 [Ar] 4s^x [Ar] 4s² 3d^z [Ar] 4s² 3d¹⁰ 4p^y
5 [Kr] 5s^x [Kr] 5s² 4d^z [Kr] 5s² 4d¹⁰ 5p^y
6 [Xe] 6s^x [Xe] 6s² 4f¹⁴ 5d^z [Xe] 6s² 4f¹⁴ 5d¹⁰ 6p^y
7 [Rn] 7s^x [Rn] 7s² 5f¹⁴ 6d^z [Rn] 7s² 5f¹⁴ 6d¹⁰ 7p^y
6 [Xe] 6s² 4f^w
7 [Rn] 7s² 5f^w
LEGENDA
Elementos representativos – bloco s
Elementos representativos – bloco p
Elementos de transição – bloco d
Elementos de transição interna – bloco f

Tabela periódica mostrando os blocos s, p, d e f.

x = 1 ou 2; y = 1 a 6; z = 1 a 10; w = 1 a 14

Elementos representativos

As colunas que aparecem com a letra A (elementos representativos – blocos s e p) recebem nomes especiais.

Coluna	Denominação	Configuração de valência
1 (IA)	Metais alcalinos	ns^1
2 (IIA)	Metais alcalinoterrosos	ns^2
13 (IIIA)	Família do boro	$ns^2\ np^1$
14 (IVA)	Família do carbono	$ns^2\ np^2$
15 (VA)	Família do nitrogênio	$ns^2\ np^3$
16 (VIA)	Calcogênios	$ns^2\ np^4$
17 (VIIA)	Halogênios	$ns^2\ np^5$
18 (VIIIA ou 0)	Gases nobres	$ns^2\ np^6$

OBSERVAÇÃO

- O elemento hélio, apesar de ter configuração eletrônica $1s^2$, pertence à coluna 18 (0 ou VIIIA) e não à 2 (IIA).

Metais de transição

Os elementos de transição das colunas B (bloco **d**) são metais com configuração $ns^x\ (n-1)d^z$ ou $ns^x\ (n-2)f^{14}\ (n-1)d^z$. O valor de x geralmente é 2 ou 1 e z pode assumir valores de 1 a 10. Esses elementos apresentam algumas propriedades em comum, mesmo estando em colunas diferentes, e são chamados de metais de transição por possuírem propriedades intermediárias entre os elementos dos blocos **s** e **p**.

Metais de transição interna

Os metais de transição interna são os **lantanídeos** e **actinídeos**, que fazem parte da coluna 3 (IIIB) nos períodos 6 e 7, respectivamente (bloco **f**). Esses elementos têm configuração geral $ns^2\ (n-2)f^w$, em que w varia teoricamente de 1 a 14.

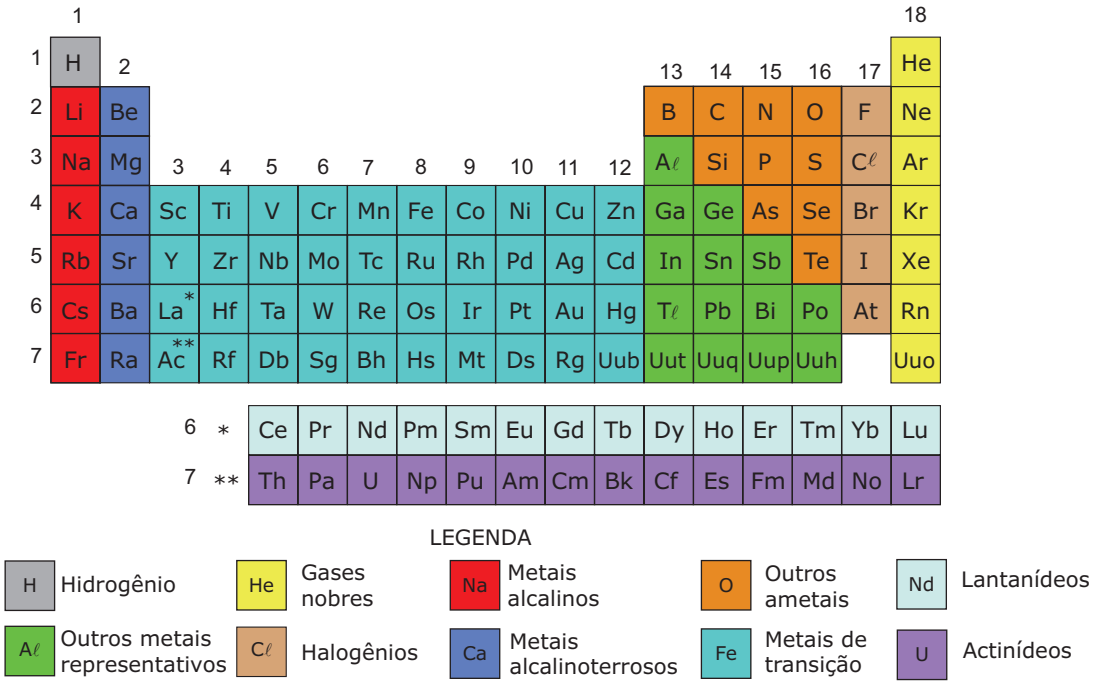
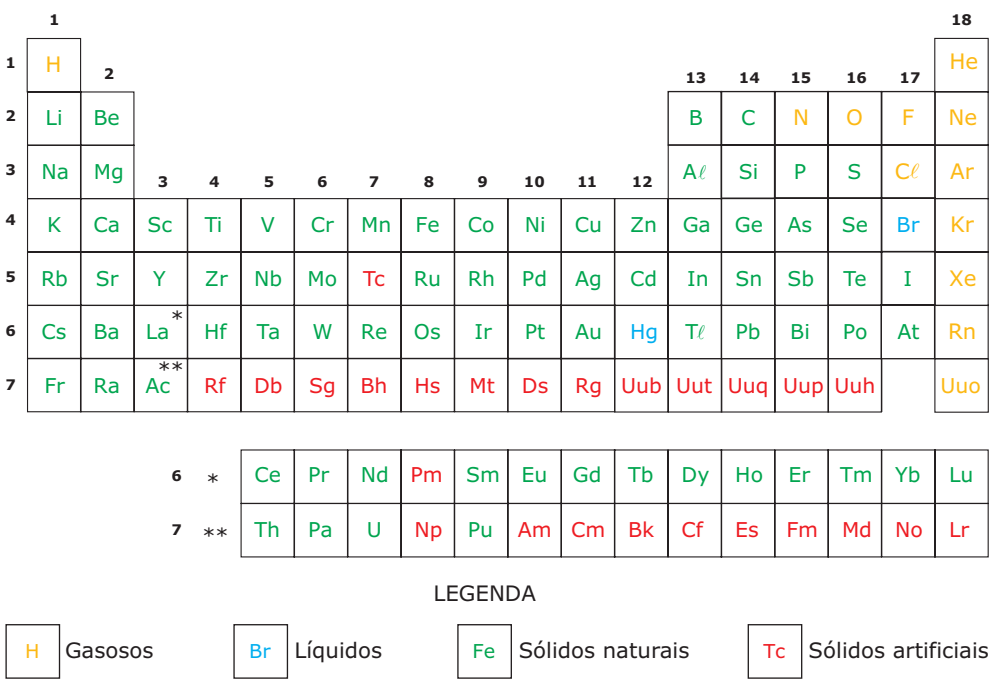

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18
H He
Li Be B C N O F Ne
Na Mg Aℓ Si P S Cℓ Ar
K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Ge As Se Br Kr
Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Sb Te I Xe
Cs Ba La* Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tℓ Pb Bi Po At Rn
Fr Ra Ac** Rf Db Sg Bh Hs Mt Ds Rg Uub Uut Uuq Uup Uuh Uuo
6 * Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu
7 ** Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr
LEGENDA
H Hidrogênio
He Gases nobres
Na Metais alcalinos
O Outros ametais
Nd Lantanídeos
Aℓ Outros metais representativos
Cℓ Halogênios
Ca Metais alcalinoterrosos
Fe Metais de transição
U Actinídeos

Tabela mostrando os agrupamentos mais importantes dos elementos químicos.

ESTADOS FÍSICOS DOS ELEMENTOS

Alguns elementos são **gasosos** nas condições ambiente de temperatura e pressão, entre eles o nitrogênio e o oxigênio – gases mais abundantes da atmosfera terrestre. Somente dois elementos são **líquidos** em tais condições: o bromo e o mercúrio. A maioria dos elementos se encontra no estado **sólido** e, entre esses elementos, alguns não são encontrados na natureza, sendo obtidos por transmutação artificial.


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18
H He
Li Be B C N O F Ne
Na Mg Aℓ Si P S Cℓ Ar
K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Ge As Se Br Kr
Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Sb Te I Xe
Cs Ba La* Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tℓ Pb Bi Po At Rn
Fr Ra Ac** Rf Db Sg Bh Hs Mt Ds Rg Uub Uut Uuq Uup Uuh Uuo
6 * Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu
7 ** Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr
LEGENDA
H Gasosos
Br Líquidos
Fe Sólidos naturais
Tc Sólidos artificiais

Os estados físicos dos elementos nas condições ambiente de temperatura e pressão

ALGUMAS FAMÍLIAS IMPORTANTES

Metais alcalinos

Os elementos da coluna 1 apresentam-se na forma de substâncias simples metálicas de baixa densidade, com pontos de fusão igualmente baixos, principalmente se comparados com os dos metais de transição como o ferro. Além disso, apresentam condutividade elétrica elevada, como seria de se esperar para um metal, embora não tão elevada como a da prata e a do cobre. Alguns deles são moles como cera e podem ser espetados facilmente por um palito de dentes.

Os metais alcalinos reagem vigorosamente com água, produzindo gás hidrogênio e o hidróxido correspondente, como esquematizado, a seguir, para o sódio.

$$Na_{(s)} + H_2O_{(\ell)} \rightarrow NaOH_{(aq)} + \frac{1}{2}H_{2(g)}$$

Os metais alcalinos sempre apresentam o estado de oxidação +1 nos compostos. Quando eles se combinam com oxigênio e hidrogênio, originam, respectivamente, óxidos e hidretos de caráter fortemente iônico.

$$2Li_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow Li_2O_{(s)}$$

$$K_{(s)} + \frac{1}{2}H_{2(g)} \rightarrow KH_{(s)}$$

Considera-se que esses sólidos iônicos têm caráter fortemente básico, pois, ao se "dissolverem" em água, originam soluções fortemente básicas dos hidróxidos alcalinos.

$$Li_2O_{(s)} + H_2O_{(\ell)} \rightarrow 2LiOH_{(aq)}$$

$$KH_{(s)} + H_2O_{(\ell)} \rightarrow KOH_{(aq)} + H_{2(g)}$$

Muitos compostos formados por metais alcalinos são bastante solúveis em água.

Metais alcalinoterrosos

Os metais alcalinoterrosos são mais densos, mais duros e têm pontos de fusão mais elevados em relação aos metais alcalinos. Com exceção do berílio, reagem com água para formarem os hidróxidos respectivos e gás hidrogênio.

$$Ca_{(s)} + 2H_2O_{(\ell)} \rightarrow Ca(OH)_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

Nos compostos, os elementos da coluna 2 sempre assumem o estado de oxidação +2 e formam também óxidos e hidretos que reagem com água para formar soluções básicas.

$$CaO_{(s)} + H_2O_{(\ell)} \rightarrow Ca(OH)_{2(aq)}$$

$$BaH_{2(s)} + 2H_2O_{(\ell)} \rightarrow Ba(OH)_{2(aq)} + 2H_{2(g)}$$

Quando comparados com os compostos de metais alcalinos, os compostos de metais alcalinoterrosos tendem a ter menor caráter básico e / ou menor caráter iônico, apesar da acidez e da basicidade desses compostos ainda serem muito pronunciadas.

Halogênios

O termo "halogênio" vem do grego e significa "formador de sal". Os elementos da coluna 17 aparecem com muita frequência na constituição de sais, muitas vezes no estado de oxidação −1. Formam substâncias simples diatômicas que, ao se combinarem com o hidrogênio, originam hidretos de caráter molecular. Estes últimos, por sua vez, quando dissolvidos em água, formam soluções ácidas como mostrado a seguir.

$$C\ell_{2(g)} + H_{2(g)} \rightarrow 2HC\ell_{(g)}$$

$$HC\ell_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)}$$

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01. Na edição de dezembro de 1986, foi publicado na revista *Chemical Engineering News* que a substância "HPA-23" (21-tungsto-9-antimonato de amônio) $[(NH_4)_{18}(NaW_{21}Sb_9O_{86})_{17}]$ foi aplicada no ator Rock Hudson, em caráter experimental, para o tratamento da AIDS. Sobre essa substância e os elementos que a constituem, assinale a alternativa **CORRETA**.

A) O elemento tungstênio (W) é dúctil, maleável, bom condutor de calor e eletricidade e na temperatura ambiente é sólido.

B) O HPA-23 é um composto iônico, que tem como cátion (NH_4^+), e é formado por ligações iônicas entre nitrogênio e hidrogênio.

C) Na fórmula do HPA-23, existem somente átomos de elementos pertencentes ao segundo período das famílias 1, 15 e 16 da classificação periódica moderna.

D) O tungstênio (W) é um elemento de transição externa e possui como subnível mais energético, no estado fundamental, $5d^5$.

02. (UFJF-MG) Localize na tabela periódica o elemento químico de número atômico 16. Sobre esse elemento, considere as afirmativas a seguir:

I. Possui 16 prótons, 15 nêutrons e 16 elétrons.

II. No estado fundamental, a sua configuração eletrônica é $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$.

III. Seu nome é silício.

IV. É um halogênio.

V. Está localizado no terceiro período da tabela periódica.

Assinale a alternativa que contém somente afirmativas **CORRETAS.**

A) I, II e III
B) II, IV e V
C) II e V
D) IV e V
E) I, III e IV

03. (UFVJM-MG–2008) A tabela periódica é um instrumento importantíssimo para o químico, pois contém uma enorme quantidade de informações sobre os elementos. Observe esta tabela que ilustra alguns elementos químicos genericamente identificados pelos números I, II, III e IV.

Elemento	Distribuição eletrônica
I	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$
II	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^1$
III	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$
IV	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2$

Com base nessas informações, é **INCORRETO** afirmar que

A) o elemento IV é um metal alcalinoterroso.
B) o elemento II é um metal alcalino.
C) o elemento I é um metal alcalino.
D) o elemento III é um gás nobre.

04. (UFMG) Com relação ao quadro periódico dos elementos, a afirmativa **ERRADA** é:

A) Os elementos de números atômicos 11, 13 e 18 são todos do mesmo grupo.
B) Os elementos de números atômicos 22, 44 e 74 são todos metais de transição.
C) Os elementos de números atômicos 58, 70 e 71 são todos metálicos.
D) Os elementos de massas atômicas 9,0; 24,3 e 226 são todos alcalinoterrosos.
E) Os elementos de massas atômicas 4,0; 14,0 e 35,5 são todos gasosos.

05. (UFU-MG) A tabela periódica organiza os mais de 100 elementos conhecidos, fornecendo informações acerca de suas propriedades. Relacione **CORRETAMENTE** as propriedades a seguir com as famílias.

I. Combinam-se com poucos elementos, são encontrados no estado gasoso a 25 ºC e 1 atm, normalmente, na forma monoatômica.
II. Fundem-se a baixas temperaturas e geram hidrogênio quando em contato com água.
III. Elementos geralmente encontrados, na formação de sais na natureza, como ânions.

(a) Metais alcalinos
(b) Metais de transição
(c) Halogênios
(d) Gases nobres

A) I (d); II (a); III (c)
B) I (c); II (a); III (b)
C) I (b); II (d); III (a)
D) I (d); II (b); III (c)
E) I (b); II (a); III (c)

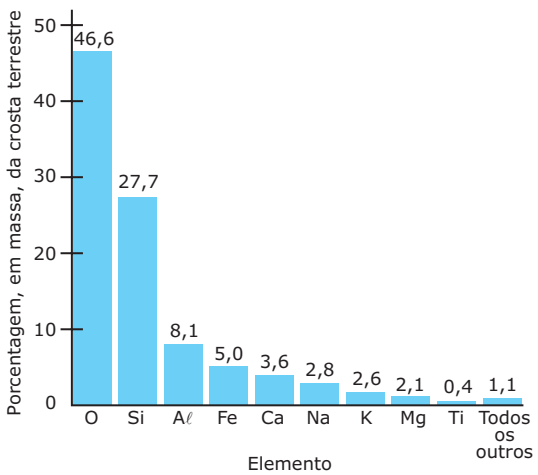
EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. (Unimontes-MG–2010) Dados os elementos boro, cálcio, flúor, magnésio, hélio e fósforo, apresentam maior similaridade em suas propriedades físicas e químicas os elementos que se encontram representados **CORRETAMENTE** pelos símbolos

A) He e F.
B) Ca e P.
C) Ca e Mg.
D) Be e Mn.

02. (UFMG) Considere a abundância relativa dos elementos na crosta terrestre, representada no gráfico a seguir.

A análise do gráfico permite concluir que, em relação à crosta terrestre, é **INCORRETO** afirmar que



A) apenas dois metais de transição estão entre os constituintes identificados por seus símbolos.
B) entre os metais identificados por seus símbolos, os alcalinos são mais abundantes do que os alcalinoterrosos.
C) menos da metade de sua massa é constituída por metais.
D) os halogênios constituem menos de 1,1% de sua massa.

03. Em geral, a composição média de uma planta é de, aproximadamente, 90% de água e 10% de matéria seca. Carbono, oxigênio e hidrogênio são elementos químicos que constituem a maior parte de uma planta. Além desses, existem outros elementos considerados essenciais às plantas que, em função da quantidade exigida, são classificados em:

- Elementos macronutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S.
- Elementos micronutrientes: B, Cℓ, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn.

Com relação à estrutura atômica desses elementos e às informações constantes da tabela periódica, assinale a alternativa **INCORRETA**.

A) Elementos químicos de um mesmo período da tabela periódica possuem propriedades químicas semelhantes.
B) Uma vez que o potássio se localiza na coluna 1 da tabela periódica, seu íon é o K^+.
C) Todos os átomos de cloro possuem 17 prótons.
D) Os símbolos químicos do silício e do fósforo são, respectivamente, Si e P.
E) Alguns elementos que constam da tabela periódica recebem o nome de gases nobres porque não reagem com nenhuma substância em condições normais.

04. O elemento $^{56}_{26}X$ pode ser classificado como

A) metal alcalino.
B) metal alcalinoterroso.
C) metal de transição.
D) gás nobre.
E) halogênio.

05. (PUCPR) Dadas as distribuições eletrônicas:

1. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$
2. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$
3. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2$
4. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$
5. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$

A alternativa **INCORRETA** é:

A) A distribuição 1 refere-se a um metal alcalino.
B) A distribuição 2 refere-se a um gás nobre.
C) A distribuição 3 refere-se a um metal alcalinoterroso.
D) A distribuição 4 refere-se a um calcogênio.
E) A distribuição 5 refere-se a um halogênio.

06. Dadas as distribuições eletrônicas em camadas e o subnível de maior energia dos átomos dos elementos A, B, C, D e E seguintes, **INDIQUE** sua localização na tabela periódica e **CLASSIFIQUE** cada elemento como representativo ou de transição.

A) 2-8-4; $3p^2$
B) 2-8-16-2; $3d^8$
C) 2-8-18-8-1; $5s^1$
D) 2-8-18-32-18-6; $6p^4$
E) 2-8-10-2; $3d^2$

07. (UFV-MG–2006) Na produção de cerâmica e vidros coloridos, geralmente são empregados compostos de metais de transição. A cor final do material depende, entre outros fatores, dos estados de oxidação dos metais presentes, como exemplificado na tabela:

Metal	Estado de oxidação	Coloração
Cu	Cu^{2+}	Azul
Cr	Cr^{3+}	Verde
Fe	Fe^{3+}	Marrom-amarelada

Sobre esses metais, é **INCORRETO** afirmar que

A) o cátion Cr^{3+} possui 21 elétrons.
B) o número de prótons no Fe^{3+} é igual a 26.
C) no cátion Fe^{3+}, o número de elétrons é igual ao número de prótons.
D) a distribuição eletrônica no estado fundamental em camadas para o Cu^{2+} é 2, 8, 17.
E) na tabela periódica, eles estão no quarto período.

08. (Mackenzie-SP) O alumínio, que tem número atômico igual a 13,

A) pertence ao grupo IA da tabela periódica.
B) forma cátion trivalente.
C) tem símbolo Am.
D) pertence à família dos metais alcalinoterrosos.
E) é líquido à temperatura ambiente.

09. (UNIRIO-RJ) Quando ocorrer distribuição eletrônica nos envolventes de um átomo de um elemento químico e o subnível mais energético for do tipo d e, teoricamente, apresentar quatro orbitais completos e um incompleto, na realidade, um dos elétrons do subnível anterior estará situado nesse orbital incompleto. O grupo da classificação periódica em que se encontra esse elemento é

A) IB.
B) IIB.
C) IIIB.
D) VB.
E) VIIIB.

10. (UNIRIO-RJ–2006) *Única entre as cem lagoas do Estado do Rio de Janeiro a ser artificial, a que existe no parque paleontológico é uma das principais atrações do lugar, mas sofre com lixo e animais pastando sobre suas margens, sem falar na contaminação da água por coliformes fecais (bactérias das fezes).* [...] *Como conseqüência da exploração do calcário na região, a água da lagoa também apresenta contaminação por metais pesados.* [...] *Uma análise* [...] *constatou a presença de metais como cádmio, chumbo e alumínio, ainda em níveis toleráveis.*

FOLHA DE S. PAULO, 2005.

Considerando o calcário como sendo constituído basicamente por carbonato de cálcio, a alternativa que apresenta o único elemento de transição citado é

Dados: Números atômicos:

C = 6; Ca = 20; Cd = 48; Pb = 82 e Aℓ = 13

A) C.
B) Ca.
C) Cd.
D) Pb.
E) Aℓ.

11. (UEL-PR) A vida organizou-se a partir de um certo número de elementos químicos disponíveis na Terra, úteis aos processos vitais. Alguns desses elementos entram na composição de moléculas, ligando-se a outros elementos por covalência, como o carbono, o nitrogênio e o oxigênio; outros, como o cálcio, o sódio e o potássio, participam na forma iônica.

Os elementos presentes nos organismos vivos podem ser agrupados, em função de sua participação, em três conjuntos:

A = $\{_{1}H, _{6}C, _{7}N, _{8}O, _{15}P\}$ de 1 a 60%

B = $\{_{11}Na, _{19}K, _{12}Mg, _{20}Ca, _{16}S, _{17}C\ell\}$ de 0,01 a 1%

C = $\{_{23}V, _{24}Cr, _{25}Mn, _{26}Fe, _{27}Co, _{29}Cu, _{30}Zn, _{42}Mo, _{53}I\}$ menos de 0,01%

Com relação aos elementos químicos relacionados nos conjuntos anteriores, é **CORRETO** afirmar:

A) Os elementos que formam o conjunto A pertencem ao segundo período da classificação periódica.
B) Quatro dos elementos que formam o conjunto B são metais alcalinoterrosos.
C) Dois dos elementos que formam o conjunto C pertencem ao sexto período da tabela periódica.
D) O conjunto C contém um subconjunto formado por metais de transição.

12. (FUVEST-SP) Em seu livro de contos, *O Sistema Periódico*, o escritor italiano Primo Levi descreve características de elementos químicos e as relaciona a fatos de sua vida. Dois trechos desse livro são destacados a seguir:

I. [Este metal] *é mole como a cera...; reage com a água onde flutua (um metal que flutua!), dançando freneticamente e produzindo hidrogênio.*

II. [Este outro] *é um elemento singular: é único capaz de formar longas cadeias estáveis, sem grande desperdício de energia, e para a vida sobre a Terra (a única que conhecemos até o momento) são necessárias exatamente as longas cadeias. Por isso, é o elemento-chave da substância viva.*

O metal e o elemento referidos nos trechos I e II são, respectivamente,

A) mercúrio e oxigênio.
B) cobre e carbono.
C) alumínio e silício.
D) sódio e carbono.
E) potássio e oxigênio.

SEÇÃO ENEM

01. São conhecidos, com razoável certeza, os elementos químicos de número atômico 1 a 109, de modo que não há nenhuma lacuna na tabela periódica. No entanto, certamente, serão descobertos elementos químicos de número atômico maior do que 109 e, por isso, ela ainda pode crescer.

O elemento natural de maior número atômico é o plutônio (94) e há elementos artificiais de número atômico inferior a 94. Supõe-se que átomos de elementos químicos com número atômico ao redor de 114 possam existir por tempo relativamente curto, mas ainda não se conseguiram produzir alguns desses em laboratório, sendo pouco provável que algum desses elementos seja natural.

GLOBO CIÊNCIA, ano 6, n. 67 (Adaptação).

Baseando-se no texto, na charge e considerando a classificação periódica moderna, é **CORRETO** afirmar que

A) o elemento natural de maior número atômico é classificado como metal de transição externa.
B) os elementos artificiais de número atômico inferior a 94 são obtidos por processos semelhantes ao ilustrado na charge.
C) o elemento químico plutônio apresenta 7 níveis de energia com elétrons.
D) no período em que está localizado o elemento químico de número atômico 109, todos os elementos são artificiais e apresentam propriedades químicas semelhantes.
E) o elemento de número atômico 1 é um metal alcalino.

02. Uma equipe de pesquisadores liderados por Felisa Wolfe-Simon, do Instituto de Astrobiologia da NASA, descobriu uma bactéria capaz de sobreviver em um meio recheado de arsênico, um composto historicamente conhecido por ser venenoso. Até então acreditava-se que os elementos básicos à vida de todos os seres vivos eram carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre e fósforo. "Não há nenhum relato anterior da substituição de um dos seis grandes elementos essenciais à vida. Aqui apresentamos evidência de que arsênico pode substituir fósforo nas moléculas de uma bactéria que existe na natureza", afirmou Felisa no artigo publicado na revista *Science*.

A bactéria, descoberta no lago Mono, na Califórnia (EUA), conseguiu também incorporar o arsênico em seu DNA. A escolha do arsênio para substituir o fósforo não foi por acaso. O arsênico é quimicamente similar ao fósforo.

Disponível em: http://ultimosegundo.ig.com.br/ciencia/bacteria+usa+arsenico+para+se+desenvolver/n1237847114875.html. Acesso em 21 dez. 2010.

A similaridade química entre o fósforo e o arsênio ocorre, pois

A) suas massas molares apresentam valores muito próximos.

B) suas substâncias simples são sólidos poliatômicos coloridos.

C) seus átomos apresentam configurações eletrônicas similares.

D) os núcleos de seus átomos apresentam igual número de partículas.

E) seus átomos são ametálicos e, por isso podem aderir a parede do DNA.

GABARITO

Fixação

01. A

02. C

03. B

04. A

05. A

Propostos

01. C

02. B

03. A

04. C

05. D

06. A) 3º período, grupo 14 e elemento representativo.

B) 4º período, grupo 10 e elemento de transição.

C) 5º período, grupo 1 e elemento representativo.

D) 6º período, grupo 16 e elemento representativo.

E) 4º período, grupo 4 e elemento de transição.

07. C

08. B

09. A

10. C

11. D

12. D

Seção Enem

01. C

02. C

QUÍMICA

Propriedades periódicas

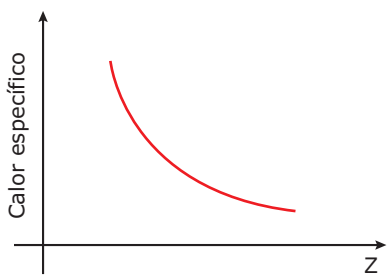
MÓDULO 06 FRENTE C

Algumas propriedades físicas e químicas dos elementos variam periodicamente com o aumento de seus números atômicos. Essa periodicidade decorre da repetição de estruturas eletrônicas dos elementos de período em período. Tais propriedades são chamadas de propriedades periódicas e atingem valores máximos e mínimos em cada um dos períodos e famílias da tabela periódica.

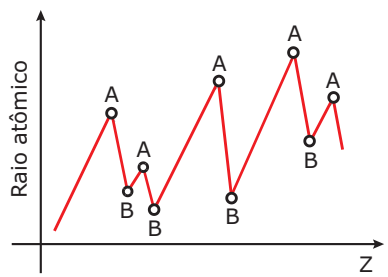
Entretanto, determinadas propriedades só aumentam ou diminuem seus valores com o número atômico. São as chamadas propriedades aperiódicas. As mais importantes são: calor específico, massa atômica e número de nêutrons.

Para distinguirmos os dois tipos – periódicas e aperiódicas – basta construirmos um gráfico de propriedade *versus* número atômico. A propriedade aperiódica corresponde sempre a uma curva ascendente ou descendente; já a periódica possui uma série de pontos de máximo (picos) e pontos de mínimo (vales), que se alternam com o aumento do número atômico.

Propriedades aperiódicas



Propriedades periódicas



(A) Picos (pontos de máximo)

(B) Vales (pontos de mínimo)

CARGA NUCLEAR EFETIVA

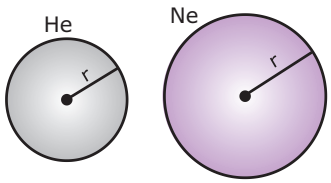
Em um átomo multieletrônico, cada elétron é simultaneamente atraído pelo núcleo e repelido por outros elétrons. Em geral, existem tantas repulsões elétron-elétron que não podemos analisar exatamente a situação. Entretanto, podemos estimar a energia de cada elétron, considerando o modo como ele interage com o ambiente médio gerado pelo núcleo e pelos outros elétrons do átomo. Essa abordagem nos permite tratar cada elétron individualmente como se ele estivesse se movendo no campo elétrico criado pelo núcleo e pela densidade eletrônica dos elétrons vizinhos. Esse campo elétrico é equivalente ao campo gerado por uma carga localizada no núcleo, chamada carga nuclear efetiva (Z_{ef}). A carga nuclear efetiva, agindo em um elétron, é igual ao número de prótons no núcleo, Z, menos o número médio de elétrons, S, que está entre o núcleo e o elétron em questão.

$$Z_{ef} = Z - S$$

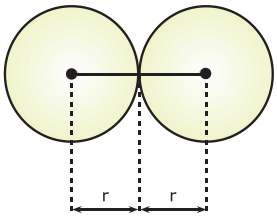
Como S representa uma média, não é necessário que seja um número inteiro. Muitas das propriedades dos átomos são determinadas pela carga nuclear efetiva sofrida por seus elétrons mais externos ou de valência. Diz-se que a densidade eletrônica relativa aos elétrons mais internos blinda ou protege os elétrons da carga total do núcleo.

TAMANHO DE ÁTOMOS E ÍONS

Para os gases nobres, que são os únicos elementos encontrados na natureza na forma monoatômica, o raio atômico nada mais é do que a distância do centro do núcleo até a camada de valência (último nível de energia). O raio dos gases nobres é um caso de raio de Van der Waals.

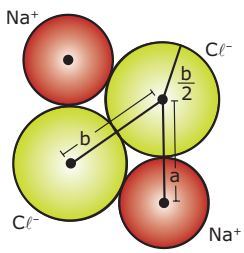


No caso de cristais metálicos, com a difração de raios X determina-se a posição dos núcleos de dois átomos contínuos. A distância que separa os dois núcleos dividida ao meio é o raio atômico e, em geral, é medida em Å (Angstrons, 1Å = $1x10^{-10}$ m).

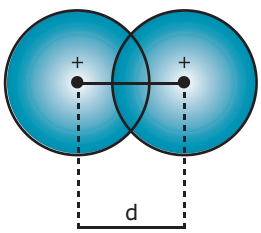


Porém, se o cristal for iônico, mediremos o raio iônico. Tomemos, como exemplo, uma parte de um cristal de cloreto de sódio sólido, em que há uma repetição alternada de cátions e de ânions tridimensionalmente.

Chamemos de **b** a distância entre os núcleos dos íons maiores e de **a** a distância entre os núcleos do cátion e do ânion. Nesse exemplo, **b/2** é o raio do ânion. O raio do cátion é dado por **a – b/2**.

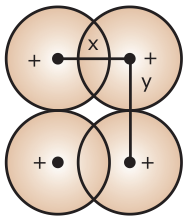


No caso de moléculas simples, há uma interpenetração das nuvens eletrônicas (*over lap*) que resulta em uma diminuição do raio atômico em relação ao átomo isolado.



Na molécula de nitrogênio N_2, d = 1,4 Å, logo: r_N = 0,7 Å.

Quando duas moléculas (apolares) ou átomos estão unidos por força de Van der Waals, podemos medir o raio de Van der Waals. Veja:



Moléculas de bromo Br_2 no estado sólido

$\frac{x}{2}$ é o raio covalente.

$\frac{y}{2}$ é o raio de Van der Waals.

Veja que:

$$\frac{x}{2} < \frac{y}{2} \therefore r_{cov} < r_{vdw}$$

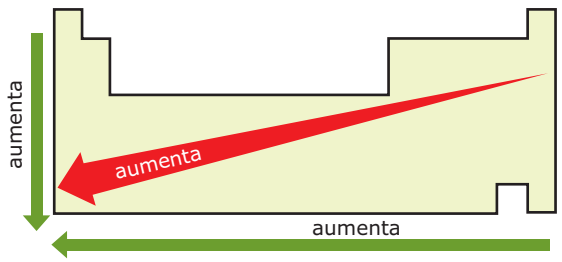
Existe uma relação entre os raios de átomos neutros e os de íons.

Raio atômico

Os valores dos raios atômicos nos permitem observar duas tendências:

1. Em cada coluna, o raio atômico tende a crescer à medida que descemos. Essa tendência resulta, basicamente, do aumento do número quântico principal dos elétrons mais externos, associado ao aumento dos números de níveis eletrônicos ocupados.
2. Em cada período, o raio atômico tende a diminuir quando vamos da esquerda para a direita. O principal fator é o aumento da carga nuclear efetiva (Z_{ef}) à medida que a movemos ao longo do período.

Na tabela periódica, o crescimento dos raios atômicos é indicado por:



Cátions

Quando um átomo neutro se transforma em um cátion, ele perde pelo menos um elétron e o seu núcleo atrai mais fortemente a eletrosfera, diminuindo o raio.

$$r_{cátion} < r_{átomo\ neutro}$$

Ânions

Quando um átomo neutro incorpora elétrons em seu nível de valência, transforma-se em um ânion. Assim, tanto o número de elétrons, quanto as repulsões eletrostáticas entre os mesmos aumentam.

Para que essas repulsões atinjam os valores admissíveis, o ânion aumenta a distância entre os elétrons, aumentando, dessa forma, o raio.

$$r_{ânion} > r_{átomo\ neutro}$$

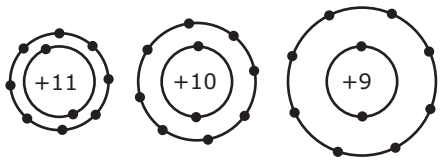
Espécies isoeletrônicas

Íons e átomos isoeletrônicos possuem o mesmo número de níveis preenchidos e de elétrons. O íon que possuir o maior número atômico (Z) possuirá maior número de prótons em seu núcleo, o que atrairá os elétrons com maior força, diminuindo o raio.

Exemplos:

Ne (Z = 10), Na^+ (Z = 11) e F^- (Z = 9)

$$r_{Na^+} < r_{Ne} < r_{F^-}$$

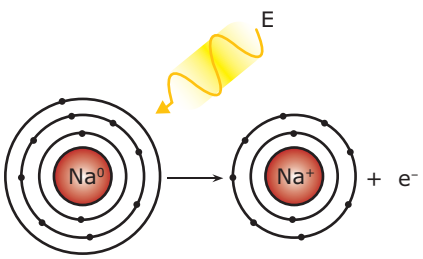


POTENCIAL DE IONIZAÇÃO OU ENERGIA DE IONIZAÇÃO

Potencial de ionização é a energia necessária para retirar um elétron do nível mais externo de um átomo neutro e isolado, no estado gasoso.

Para um átomo de sódio, a equação do processo é

$$Na_{(g)} + \text{energia} \rightarrow Na^+_{(g)} + e^-$$



Definimos o 1º potencial de ionização como a energia necessária para retirar o 1º elétron de um átomo neutro isolado, no estado gasoso. Para a retirada do 2º elétron do nível mais externo do mesmo átomo, teremos o 2º potencial de ionização, e assim sucessivamente. Tomemos, como exemplo, o carbono.

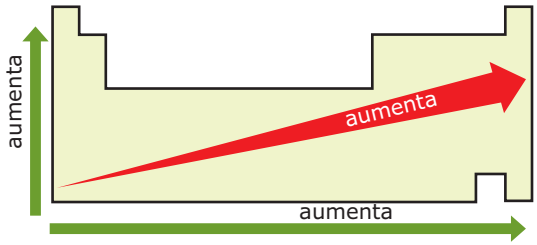
$C_{(g)} + 11{,}2\ eV \rightarrow C^+_{(g)} + e^-$ 1º potencial de ionização $E_1 = 11{,}2\ eV$
$C^+_{(g)} + 24{,}4\ eV \rightarrow C^{2+}_{(g)} + e^-$ 2º potencial de ionização $E_2 = 24{,}44\ eV$
$C^{2+}_{(g)} + 47{,}9\ eV \rightarrow C^{3+}_{(g)} + e^-$ 3º potencial de ionização $E_3 = 47{,}9\ eV$

Veja:

$$E_1 < E_2 < E_3$$

Para removermos do 1º ao 3º elétron do átomo de carbono, do nível mais externo para o mais interno, há a exigência de uma quantidade de energia crescente. Isso se deve ao fato de os elétrons estarem cada vez mais próximos do núcleo, que usa sua carga positiva "constante" com maior força para atrair os elétrons restantes.

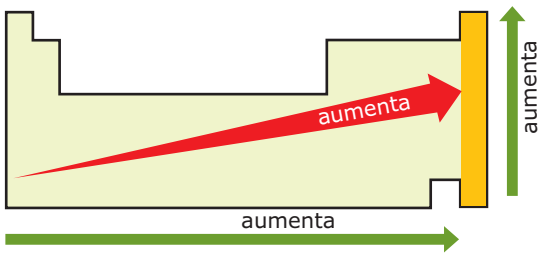
Na tabela periódica, o crescimento dos potenciais de ionização ocorre da esquerda para a direita em um período, e de baixo para cima em uma família.



Observe que, quanto menor e mais eletronegativo for o átomo, maior será o seu potencial de ionização, pois quanto maior for o átomo, maior será a dificuldade que o seu núcleo terá para atrair os elétrons mais externos.

AFINIDADE ELETRÔNICA

É a energia liberada por um átomo neutro, isolado e no estado gasoso quando incorpora um elétron adicional. Seus valores crescem no mesmo sentido do crescimento da eletronegatividade e energia de ionização, apesar de serem desconhecidos os valores de afinidade eletrônica de alguns elementos.



A equação genérica desse processo é

$$X_{(g)} + e^- \rightarrow X^-_{(g)} + \text{energia}$$

Elemento	A.E. / kJ.mol⁻¹
Flúor	–328
Cloro	–349
Bromo	–324,7
Iodo	–259,2
Hidrogênio	–72,8
Oxigênio (O^{2-})	–141
Enxofre (S^{2-})	–200,4

Algumas vezes, para adicionarmos um elétron ao átomo, ocorre uma absorção de energia; nesse caso, teremos valores de A.E. positivos.

ELETRONEGATIVIDADE

É a medida da tendência relativa que os átomos têm de atrair elétrons em uma ligação química. Em geral, usa-se a Escala de Pauling, em que o flúor foi tomado como padrão com o valor 4,0 (mais eletronegativo).

Escala de Pauling para os elementos mais importantes:

F	O	N	Cℓ	Br	I	S	C
4,0	3,5	3,0	3,0	2,8	2,5	2,5	2,5

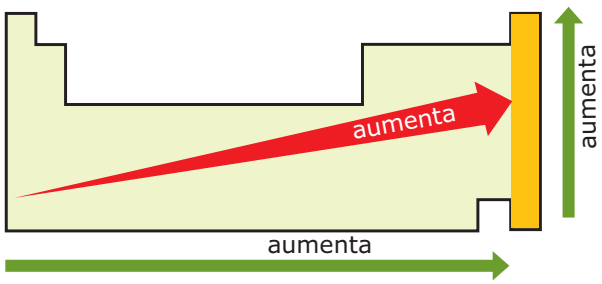
Au	Se	Pt	Te	P	H	As	B
2,4	2,4	2,2	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0

Cu	Sb	Si	Ga	Sn	Pb	Fe	Co
1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8

Ni	Cr	Zn	Aℓ	Mn	Be	Mg	Ca
1,8	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,2	1,0

Sr	Li	Na	Ba	K	Rb	Cs	Fr
1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7

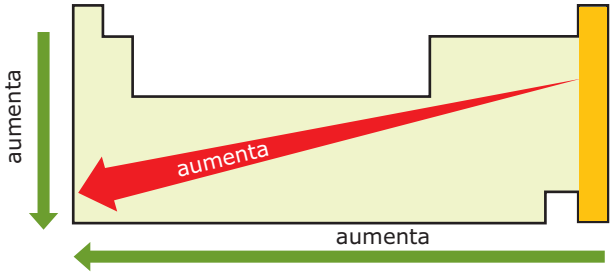
A variação da eletronegatividade ao longo da tabela é:



Observe que não se define eletronegatividade para os gases nobres, já que estes possuem a camada de valência completa, sendo estáveis, e não necessitando receber elétrons, apesar de reagirem sob condições especiais.

ELETROPOSITIVIDADE

É a medida da tendência de um átomo em perder elétrons numa ligação química. Funciona como um indicativo do caráter metálico de um elemento, por ser o contrário da eletronegatividade.



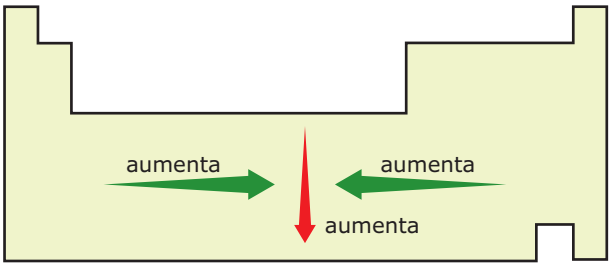
DENSIDADE OU MASSA ESPECÍFICA

A densidade indica a massa contida em uma unidade de volume, matematicamente definida como:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

No caso de sólidos e líquidos, costuma-se representá-la em $g.cm^{-3}$ ou $g.mL^{-1}$. Nos gases, em $g.L^{-1}$.

Nos períodos, a densidade aumenta das extremidades para o centro, variação inversa à do volume atômico; nas famílias, cresce com o número atômico, pois, embora haja aumento tanto da massa quanto do volume atômico, a variação da massa prepondera sobre a do volume.



VOLUME ATÔMICO

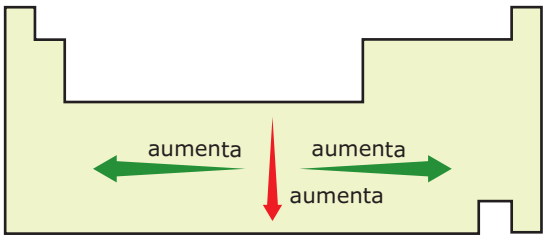
É o volume ocupado por um mol de átomos do elemento no estado sólido.

É calculado dividindo-se a massa molar de um elemento pela sua densidade. Por exemplo, para o volume atômico do ouro:

$$V_{(Au)} = \frac{M_{(Au)}}{\rho_{(Au)}} = \frac{197{,}2\ g.mol^{-1}}{19{,}3\ g.cm^{-3}} = 10{,}22\ cm^3.mol^{-1}$$

Observamos que os maiores valores de volume atômico são encontrados nos elementos situados nos extremos da tabela, enquanto os elementos mais centrais apresentam os menores valores. Nas famílias, o volume atômico aumenta de cima para baixo.

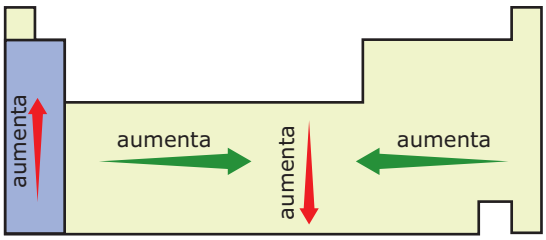
A variação irregular do volume atômico é devida às diferenças nas estruturas cristalinas dos elementos.



TEMPERATURA DE FUSÃO E TEMPERATURA DE EBULIÇÃO

Temperatura de fusão é a temperatura na qual um material passa do estado sólido para o estado líquido, enquanto a temperatura de ebulição é a temperatura na qual um líquido passa para o estado gasoso.

Geralmente, trabalhamos à pressão normal, 1 atmosfera.

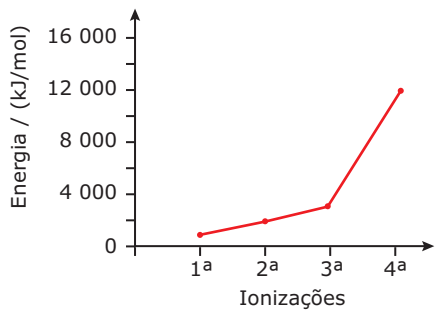


EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01. (ITA-SP) Qual das alternativas a seguir apresenta a comparação **ERRADA** relativa aos raios de átomos e de íons?

A) Raio do Na^+ < raio do Na
B) Raio do Na^+ < raio do F^-
C) Raio do Mg^{2+} < raio do O^{2-}
D) Raio do F^- < raio do O^{2-}
E) Raio do F^- < raio do Mg^{2+}

02. (UFMG) Este gráfico apresenta as quatro primeiras energias de ionização de átomos de um metal pertencente ao terceiro período da tabela periódica:



Isso porque, ao se retirar elétrons, a carga efetiva aumenta, aumentando a atração que o núcleo exerce sobre os elétrons restantes.

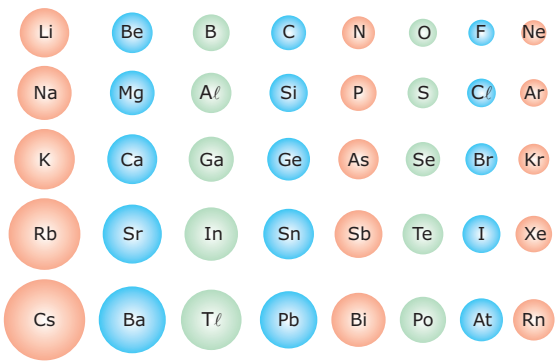
Com base nessas informações, é **INCORRETO** afirmar que os átomos desse metal apresentam

A) raio atômico maior que o de qualquer dos não metais do mesmo período.
B) afinidade eletrônica menor que a de qualquer dos não metais do mesmo período.
C) 2 e 8 elétrons nos dois primeiros níveis de energia.
D) 4 elétrons no último nível de energia.

03. (UFOP-MG–2009) Um elemento M forma um íon M^{3+}. O elemento M e o íon M^{3+} possuem

A) o mesmo raio.
B) a mesma energia de ionização.
C) a mesma carga nuclear.
D) as mesmas propriedades químicas.

04. (UFV-MG) O raio atômico é uma propriedade periódica fundamental, pois tem implicações diretas sobre outras propriedades periódicas importantes, tais como energias de ionização e eletronegatividade. A figura a seguir ilustra a variação dos raios atômicos para os elementos representativos (excluídos os metais de transição).



Analisando a figura anterior, assinale a afirmativa **INCORRETA**.

A) O elemento césio tem energia de ionização bem menor que o elemento flúor.
B) Os átomos de cloro perdem elétrons mais facilmente do que os de cálcio.
C) O oxigênio é mais eletronegativo que o alumínio.
D) As energias de ionização diminuem, nas colunas, com o aumento dos raios atômicos.
E) A eletronegatividade aumenta nos períodos com a diminuição dos raios atômicos.

05. (UFRGS) Considerando a posição dos elementos na tabela periódica e as tendências apresentadas por suas propriedades periódicas, pode-se afirmar que

A) um átomo de halogênio do 4° período apresenta menor energia de ionização do que um átomo de calcogênio do mesmo período.

B) um metal alcalinoterroso do 3° período apresenta menor raio atômico do que um metal do 5° período e do mesmo grupo.

C) um átomo de gás nobre do 2° período tem maior raio atômico do que um átomo de gás nobre do 6° período.

D) um átomo de ametal do grupo 14 é mais eletronegativo do que um átomo de ametal do grupo 16, no mesmo período.

E) um átomo de metal do grupo 15 é mais eletropositivo do que um átomo de metal do grupo 1, no mesmo período.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. (UFV-MG) Considere as afirmativas a seguir sobre o átomo de Ba e seu íon Ba^{2+} e assinale a **INCORRETA**.

A) O Ba é um metal alcalinoterroso.

B) O íon Ba^{2+} tem 56 prótons e 56 elétrons.

C) O íon Ba^{2+} tem raio iônico maior que o íon Sr^{2+}.

D) A formação do íon Ba^{2+} se deve à perda de 2 elétrons pelo átomo de Ba.

E) O raio iônico do íon Ba^{2+} é menor que o raio atômico do Ba.

02. (UFV-MG) Localize os seguintes elementos na tabela periódica:

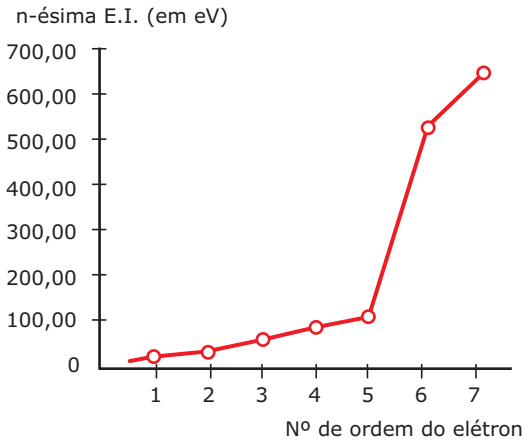
Elemento	Coluna	Período
A	16	3
B	2	3
C	17	2
D	1	4
E	1	2

Entre os elementos relacionados anteriormente, aquele que apresenta o menor raio atômico é

A) A. C) C. E) E.

B) B. D) D.

03. (UFMG) O gráfico representa as energias de ionização de um átomo de nitrogênio.



Pela análise do gráfico, pode-se concluir, com relação ao átomo de nitrogênio, que

A) o nível eletrônico mais externo tem dois elétrons.

B) o sexto elétron é muito mais difícil de ionizar do que os demais.

C) a quinta energia de ionização corresponde ao processo $N^{5+}_{(g)} \rightarrow N^{6+}_{(g)} + e^-$.

D) o átomo apresenta cinco elétrons com alta energia e dois com baixa energia.

E) a energia de setecentos eV é suficiente para ionizar os sete elétrons.

04. (Fafeod-MG) De acordo com o diagrama de Linus Pauling, o estrôncio (Sr) apresenta a seguinte configuração eletrônica: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2$.

Com base na configuração apresentada, é **INCORRETO** afirmar que

A) se adicionarmos dois elétrons ao átomo de estrôncio, ele se transforma no íon Sr^{2-}.

B) o íon Sr^{2+} é isoeletrônico do íon Rb^+.

C) a energia gasta para retirar o terceiro elétron desse átomo (para formar o íon Sr^{3+}) deve ser muito maior que a necessária para retirar o segundo elétron.

D) esse elemento deve apresentar um comportamento químico semelhante aos dos demais elementos com cinco níveis eletrônicos ocupados.

E) o estrôncio apresenta propriedades características dos metais alcalinos terrosos.

05. (ITA-SP) Nas expressões a seguir, os E_x representam a energia necessária para produzir as respectivas ionizações, em que M representa o mesmo elemento.

$M_{(g)} \rightarrow M^+_{(g)} + e^-$; E_1

$M^+_{(g)} \rightarrow M^{2+}_{(g)} + e^-$; E_2

$M^{2+}_{(g)} \rightarrow M^{3+}_{(g)} + e^-$; E_3

Qual das afirmações a seguir é **CORRETA**?

A) $E_1 = E_2 = E_3$

B) $E_1 = E_2 > E_3$

C) $E_1 < E_2 < E_3$

D) $E_1 > E_2 = E_3$

E) A ordenação dos valores dos E_x depende da natureza do elemento M.

06. (FCMMG–2009) Com relação às energias de ionização (EI) e aos raios (r) das espécies, a proposição **INCORRETA** é

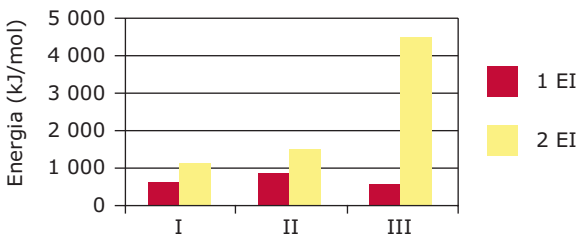
A) r(Na) > r(Na^+).

B) r(Na^+) > r(Mg^{2+}).

C) 1ª EI(Na) > 1ª EI(Mg).

D) 1ª EI(Mg) < 2ª EI(Mg).

07. (UNIFESP–2009) O gráfico apresenta as primeiras e segundas energias de ionização (1 EI e 2 EI) para os elementos sódio, magnésio e cálcio, indicados como I, II e III, não necessariamente nessa ordem.



Entre esses elementos, aqueles que apresentam os maiores valores para a primeira e para a segunda energia de ionização são, respectivamente,

A) cálcio e magnésio.

B) cálcio e sódio.

C) magnésio e cálcio.

D) magnésio e sódio.

E) sódio e magnésio.

08. (UEL-PR) A tabela fornece dados sobre as quatro primeiras energias de ionização de quatro elementos químicos.

	Energias de ionização (kJ.mol^{-1})			
Elemento	**1ª**	**2ª**	**3ª**	**4ª**
I	496	4 536	6 913	9 541
II	738	1 450	7 731	10 545
III	418	3 069	4 600	5 879
IV	1 681	3 375	6 045	8 418

Dois desses elementos têm apenas um elétron de valência. São eles

A) I e II.

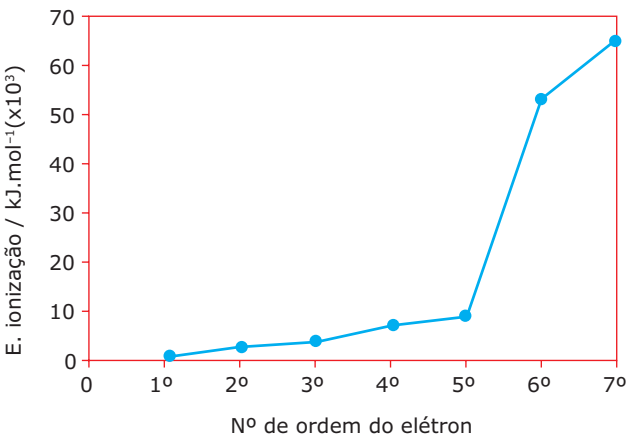
B) I e III.

C) II e III.

D) II e IV.

E) III e IV.

09. (UFMG) As sucessivas energias de ionização do nitrogênio estão representadas no gráfico.



A) **EXPLIQUE** a variação observada nos valores de energia de ionização entre o primeiro e o quinto elétron.

B) **EXPLIQUE** por que o valor da energia de ionização do sexto elétron é muito maior do que a do quinto.

Dado: N (Z = 7).

10. (Unimontes-MG–2009) O raio atômico de quatro elementos, X, Y, W e Z, pertencentes a uma mesma família, é dado a seguir.

Elementos	X	Y	W	Z
Raio atômico (nm)	0,186	0,231	0,244	0,262

Esses elementos apresentam baixas energias de ionização e altos pontos de ebulição em relação aos outros elementos da tabela periódica. Baseando-se nessas informações, é **INCORRETO** afirmar que

A) o elemento X tem o menor número de níveis energéticos em sua eletrosfera.

B) os elementos citados apresentam a mesma configuração eletrônica externa.

C) os elementos Y e W estão localizados em períodos diferentes da tabela.

D) o elemento Z apresenta a maior energia de ionização dos elementos citados.

11. (UFU-MG) A seguir estão representadas as etapas que podem ocorrer com o sódio e com o cloro respectivamente.

I. $Na_{(g)} \rightarrow Na^{+}_{(g)} + 1$ elétron

II. $C\ell_{(g)} + 1$ elétron $\rightarrow C\ell^{-}_{(g)}$

Considerando-se o exposto anterior, pode-se afirmar que

A) as etapas I e II ocorrem com liberação de energia.

B) a etapa II ocorre com absorção de energia.

C) as etapas I e II ocorrem com absorção de energia.

D) a etapa I ocorre com absorção de energia.

12. (ITA-SP–2006) Considere as afirmações a seguir, todas relacionadas a átomos e íons no estado gasoso.

I. A energia do íon Be^{2+}, no seu estado fundamental, é igual à energia do átomo de He neutro no seu estado fundamental.

II. Conhecendo-se a segunda energia de ionização do átomo de He neutro, é possível conhecer o valor da afinidade eletrônica do íon He^{2+}.

III. Conhecendo-se o valor da afinidade eletrônica e da primeira energia de ionização do átomo de Li neutro, é possível conhecer a energia envolvida na emissão do primeiro estado excitado do átomo de Li neutro para o seu estado fundamental.

IV. A primeira energia de ionização de íon H^- é menor do que a primeira energia de ionização do átomo de H neutro.

V. O primeiro estado excitado do átomo de He neutro tem a mesma configuração eletrônica do primeiro estado excitado do íon Be^{2+}.

Então, das afirmações anteriores, estão **CORRETAS**

A) apenas I e III.

B) apenas I, II e V.

C) apenas I e IV.

D) apenas II, IV e V.

E) apenas III e V.

13. (UFSJ-MG–2011) Com relação à classificação e às propriedades periódicas, é **INCORRETO** afirmar que

A) a configuração eletrônica $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1\ 3d^5$ existe e o elemento que a possui pertence ao grupo 6.

B) a primeira energia de ionização é a energia necessária para transformar um ânion de carga –1 em um cáion de carga +1.

C) os elementos da tabela periódica com maior eletropositividade pertencem ao grupo 1A.

D) os elementos C, N, O e F estão em ordem decrescente de seus raios atômicos.

14. (PUCPR) Para melhorar a tenacidade, a resistência à corrosão e também a resistência mecânica, costuma-se colocar vanádio como constituinte do aço.

O vanádio (Z = 23) é um elemento de transição, pois

A) é gasoso à temperatura e pressão ambientes.

B) sua camada de valência pode ser representada por $ns^2\ np^3$.

C) apresenta o elétron mais energético no subnível d.

D) apresenta grande afinidade eletrônica.

E) na classificação periódica, situa-se no 3° período.

15. (UFJF-MG) Os elementos X, Y, Z e W apresentam as configurações eletrônicas indicadas a seguir:

X: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

Y: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$

Z: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$

W: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$

Analisando as alternativas a seguir, marque a alternativa **INCORRETA**.

A) X possui maior energia de ionização.

B) W é um alcalinoterroso.

C) Y é um metal nas CNTP.

D) Z possui a menor eletronegatividade.

16. (UFMG–2006) A maioria dos elementos químicos são metais. Comparando-se as características de metais e de não metais situados em um mesmo período da tabela periódica, é **CORRETO** afirmar que os átomos de metais têm

A) menores tamanhos.

B) maior eletronegatividade.

C) menor número de elétrons de valência.

D) maiores energias de ionização.

17. (UFOP-MG) Os metais mais reativos na tabela periódica têm

A) raios grandes e eletronegatividades altas.
B) raios pequenos e eletronegatividades baixas.
C) raios pequenos e energias de ionização baixas.
D) raios grandes e energias de ionização baixas.

18. (UFMG) Um dos fatores que favorecem a solubilidade de um metal em outro é a semelhança de suas redes cristalinas. No entanto, é preciso, também, que os seus átomos não sejam muito diferentes quanto

- ao raio atômico;
- à eletronegatividade;
- à valência.

Os metais alcalinos e o ferro, que apresentam redes cristalinas semelhantes, não formam ligas por causa das grandes diferenças quanto a essas propriedades.

Considerando-se as propriedades periódicas do ferro e dos metais alcalinos, é **INCORRETO** afirmar que

A) a eletronegatividade do átomo de ferro é maior que a do átomo de sódio.
B) o número de oxidação mais comum dos metais alcalinos é +1.
C) o raio atômico do ferro é maior que o do potássio.
D) o raio atômico do ferro é menor que o do rubídio.

19. (PUC Minas) Considere os elementos: B, Aℓ, C e Si. Sobre eles é **CORRETO** afirmar:

A) O Aℓ possui o maior caráter metálico.
B) O B apresenta o maior raio atômico.
C) O C é o átomo menos eletronegativo.
D) O Si apresenta a maior energia de ionização.

20. (PUC RS) Considerando-se os metais alcalinos, é **INCORRETO** afirmar que

A) são leves (baixa densidade).
B) são macios (pode-se cortar com uma faca).
C) apresentam baixa eletronegatividade.
D) reagem rapidamente com a água formando ácidos.
E) perdem um (1) elétron com facilidade.

21. (Fepcs-DF–2008) Descargas elétricas em um tubo contendo um gás sob baixa pressão (gás rarefeito) provocam a ionização desse gás pela retirada de elétron. Nesse caso, a força de atração do núcleo sobre os elétrons restantes

A) diminui, e, portanto, a primeira energia de ionização é sempre maior que a segunda.
B) aumenta, e, portanto, a primeira energia de ionização é sempre menor que a segunda.
C) diminui, e, portanto, a primeira energia de ionização é sempre menor que a segunda.
D) aumenta, e, portanto, a primeira energia de ionização é sempre maior que a segunda.
E) permanece constante se o segundo elétron a ser retirado estiver no mesmo nível de energia que o primeiro.

22. (UFC) O efeito fotoelétrico consiste na emissão de elétrons provenientes de superfícies metálicas, através da incidência de luz de frequência apropriada. Tal fenômeno é diretamente influenciado pelo potencial de ionização dos metais, os quais têm sido largamente utilizados na confecção de dispositivos fotoeletrônicos, tais como: fotocélulas de iluminação pública, câmeras fotográficas, etc. Com base na variação dos potenciais de ionização dos elementos da tabela periódica, assinale a alternativa que contém o metal mais suscetível a exibir o efeito fotoelétrico.

A) Fe
B) Hg
C) Cs
D) Mg
E) Ca

23. (UFRGS–2006) A observação da tabela periódica permite concluir que, dos elementos a seguir, o mais denso é o

A) Fr.
B) Po.
C) Hg.
D) Pb.
E) Os.

SEÇÃO ENEM

01. Em onze de julho de 1967, um helicóptero sobrevoava a região central do Pará, coberta pela densa floresta, procurando jazidas de manganês. De repente, a neblina tapa a visão. O piloto desce, aflito, na primeira clareira que aparece. [...] Só que a clareira não era uma qualquer. [...] A vegetação estranha e rala, quase inexistente, indicava, claramente, que ali estava uma "canga", área com grande concentração de ferro perto da superfície. [...] Era uma concentração absolutamente incomum. Os pesquisadores acabavam de descobrir nada mais nada menos do que a mais rica reserva de minério de ferro do mundo. Mais tarde, no que depois veio a ser conhecida como a Província Mineral de Carajás, foram encontrados ouro, prata, manganês, cobre, bauxita, zinco, níquel, cromo, estanho e tungstênio. Enfim, um verdadeiro Eldorado [...]

SUPERINTERESSANTE, ano 11, número 7 (Adaptação).

A respeito dos metais citados no texto, pode-se afirmar que

A) pelo menos cinco são exemplos de metais de transição.
B) os átomos de cromo apresentam maior potencial de ionização que os átomos de cobre.
C) os átomos dos elementos cobre e zinco formam os seguintes íons Zn^{2+} e Cu^{+}. Esses íons são isoeletrônicos, e o Zn^{2+} é o que apresenta maior raio iônico.
D) os elementos ouro (Au), cobre (Cu) e prata (Ag) pertencem ao mesmo período da tabela periódica.
E) entre as espécies químicas citadas no texto, a bauxita é a que apresenta maior eletronegatividade.

02. Uma das afirmações paranormais mais frequentes é a do suposto poder da mente para influir sobre os metais. Diz-se que essa influência dobra chaves, colheres, garfos e outros talheres, até o ponto de causar sua fratura de forma "sobrenatural".

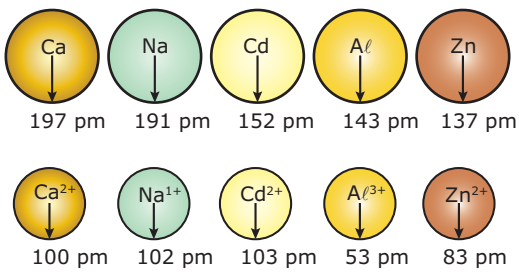
Alguns fenômenos dessa natureza sob a óptica da ciência são considerados truques. Um deles consiste em quebrar uma chave ao segurá-la com os dedos polegar e indicador. Para isso deve-se fraturar uma chave de forma que a ruptura fique o mais reta possível. Logo se repara soldando-a com um metal especial. Seu baixo ponto de fusão, 29,8 graus Celsius, faz com que baste apenas o calor das mãos para que a chave comece a dobrar-se; no instante em que o metal se está fundindo, a chave resulta tão frágil que com uma agitação leve das mãos (sem tocar o ponto que está se dobrando) pode-se conseguir que a chave se quebre.

Disponível em: http://www.ceticismoaberto.com/ceticismo/2086/entortadores-psquicos-de-metais. Acesso em: 21 dez. 2010

O metal a ser utilizado como solda da chave para que o truque funcione, sem oferecer riscos ao fraudador, deve ser

A) o alumínio.
B) o sódio.
C) o cobre.
D) o mercúrio.
E) o gálio.

03. (Enem–2010) O cádmio, presente nas baterias, pode chegar ao solo quando esses materiais são descartados de maneira irregular no meio ambiente ou quando são incinerados. Diferentemente da forma metálica, os íons Cd^{2+} são extremamente perigosos para o organismo, pois eles podem substituir os íons Ca^{2+}, ocasionando uma doença degenerativa nos ossos, tornado-os muito porosos e causando dores intensas nas articulações. Podem ainda inibir enzimas ativadas pelo cátion Zn^{2+}, que são extremamente importantes para o funcionamento dos rins. A figura mostra a variação do raio de alguns metais e seus respectivos cátions.



Raios atômicos e iônicos de alguns metais.

ATKINS, P; JONES, L. *Princípios de química*: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman, 2001 (Adaptação).

Com base no texto, a toxicidade do cádmio em sua forma iônica é consequência de esse elemento

A) apresentar baixa energia de ionização, o que favorece a formação do íon e facilita sua ligação a outros compostos.
B) possuir tendência de atuar em processos biológicos mediados por cátions metálicos com cargas que variam de +1 a +3.
C) possuir raio e carga relativamente próximos aos de íons metálicos que atuam nos processos biológicos causando interferência nesses processos.
D) apresentar raio iônico grande, permitindo que ele cause interferência nos processos biológicos em que, normalmente, íons menores participam.
E) apresentar carga +2, o que permite que ele cause interferência nos processos biológicos em que, normalmente, íons com cargas menores participam.

GABARITO

Fixação

01. E 02. D 03. C 04. B 05. B

Propostos

01. B
02. C
03. D
04. D
05. C
06. C
07. D
08. B
09. A) As cinco primeiras energias de ionização do nitrogênio possuem valores próximos e crescentes. São próximos porque se referem a elétrons de um mesmo nível de energia e são crescentes devido ao aumento da carga nuclear efetiva a cada elétron arrancado.
B) A sexta energia de ionização do nitrogênio refere-se a um elétron de um nível menos energético em relação ao quinto elétron ionizado.
10. D
11. D
12. D
13. B
14. C
15. D
16. C
17. D
18. C
19. A
20. D
21. B
22. C
23. E

Seção Enem

01. A 02. E 03. C

QUÍMICA

Ligações iônicas

MÓDULO 07 FRENTE C

Por que os átomos estabelecem ligações químicas?

Qualquer tipo de ligação química entre dois átomos só se estabelece se o arranjo resultante das interações entre seus núcleos e seus elétrons possuir energia mais baixa que a energia total dos átomos isolados. Assim, podemos dizer que os átomos se ligam para assumirem uma condição de mais baixa energia.

Esse abaixamento de energia ocorre quando as ligações formadas estão relacionadas aos elétrons mais externos, principalmente os de valência. Podemos explicar um tipo particular de ligação química em termos da estrutura eletrônica dos átomos. Como a estrutura eletrônica está relacionada com a localização do elemento na tabela periódica, podemos prever o tipo e o número de ligações químicas que um elemento pode fazer a partir de seu grupo e período.

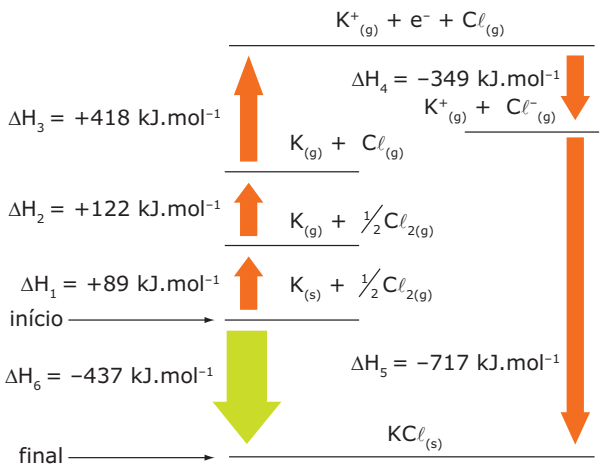
O modelo mais usado atualmente para prever ligações químicas é baseado nos trabalhos do químico americano G. N. Lewis. Esse cientista fez previsões sobre ligações antes mesmo da estrutura eletrônica dos átomos ter sido esclarecida, em 1916.

AS ENERGIAS ENVOLVIDAS NA FORMAÇÃO DA LIGAÇÃO IÔNICA

Vamos entender o motivo de o cristal de $KC\ell_{(s)}$ ter energia mais baixa em relação a átomos isolados de potássio, $K_{(g)}$, e cloro, $C\ell_{(g)}$, e mesmo em relação às substâncias simples gás cloro, $C\ell_{2(g)}$, e potássio metálico, $K_{(s)}$. É interessante notar que, nessas duas últimas espécies, os átomos aparecem ligados.

Ao examinar o ciclo de Born-Haber, podemos entender as variações de energia envolvidas na transformação das substâncias simples potássio e cloro no composto iônico cloreto de potássio.

Ciclo de Born-Haber do $KC\ell_{(s)}$



O ciclo de Born-Haber começa com substâncias simples e termina com um composto iônico. A seguir são dados os significados de todas as etapas do ciclo.

ΔH_1 – Entalpia de atomização ou de sublimação do potássio: é a quantidade de energia que deve ser fornecida para romper as ligações metálicas entre os átomos no cristal de potássio, originando um mol de átomos infinitamente separados uns dos outros.

ΔH_2 – Metade da entalpia de atomização ou de dissociação do cloro (Energia de ligação $C\ell$—$C\ell$): é a quantidade de energia que deve ser fornecida para romper meio mol de ligação covalente $C\ell$—$C\ell$. Nessa etapa, especificamente, foi fornecida energia suficiente para atomizar meio mol de $C\ell_2$, originando um mol de cloro atômico.

ΔH_3 – Primeira energia de ionização do potássio: é a energia mínima necessária que deve ser fornecida para afastar infinitamente dos átomos o elétron mais externo de um mol de átomos de potássio isolados, no estado fundamental e na fase gasosa.

ΔH_4 – Afinidade eletrônica do cloro: é a energia liberada quando um mol de átomos de cloro isolados, no estado fundamental e na fase gasosa, "captura" elétrons que antes se encontravam infinitamente separados dos átomos.

ΔH_5 – A energia envolvida nessa etapa é o negativo da entalpia de rede do cloreto de potássio. Nessa etapa, há um abaixamento considerável de energia em virtude de o cristal iônico ser mais estável que os íons infinitamente separados.

ΔH_6 – O ciclo se completa com essa etapa que leva as substâncias simples até o cristal iônico. Essa é a formação termoquímica do $KC\ell_{(s)}$.

Entalpia de rede ou entalpia reticular de um sólido iônico

Entalpia reticular é a diferença na entalpia molar entre um sólido e um gás de íons infinitamente separados. O valor da entalpia de rede nos permite estimar o quão forte é uma determinada ligação iônica. Em geral, as entalpias de rede dos compostos iônicos são altas, evidenciando que essa ligação tende a ser intensa. Compostos em que os íons estão ligados mais fortemente devem possuir maiores entalpias de rede.

Conceito de ligação iônica

A ligação iônica deve ser conceituada como o abaixamento de energia ou elevação de estabilidade quando íons infinitamente separados originam um cristal iônico. Esse abaixamento de energia é consequência do equilíbrio de forças de repulsão e atração. O simples fato de átomos infinitamente separados perderem e ganharem elétrons, originando os respectivos cátions e ânions, não proporciona a eles estabilidade. Tal fato pode ser verificado comparando-se as energias das espécies mencionadas no diagrama. Nota-se uma elevação de energia, por exemplo, na transformação $K_{(g)} \rightarrow K^+_{(g)} + e^-$.

FATORES QUE AFETAM A INTENSIDADE DA LIGAÇÃO IÔNICA

A Lei de Coulomb nos ajuda a entender por que, em alguns compostos, as ligações tendem a ser mais intensas que em outros.

$$\text{Força eletrostática} = k \cdot \frac{|z_1 \cdot z_2|}{d^2}$$

Nessa equação, k é uma **constante**, z_1 e z_2 são as **cargas dos íons** e d é chamada de **separação entre os íons**. O valor d pode ser entendido como a distância média entre os centros de carga dos íons.

Carga elétrica dos íons

Quanto maiores forem as cargas dos íons de cargas opostas (z_1 e z_2), maior será a força eletrostática atrativa entre eles. Desse modo, íons de maior carga sofrem um maior abaixamento de energia quando se aproximam para formar ligação iônica. É natural que se gastem maiores quantidades de energia na formação de íons isolados de maior carga a partir dos compostos iônicos correspondentes.

O óxido de cálcio, por exemplo, que tem cátions e ânions bivalentes, tem entalpia de rede igual a 3 461 $kJ.mol^{-1}$. Esse valor é muito mais elevado que a entalpia de rede do cloreto de sódio: 787 $kJ.mol^{-1}$. Isso se deve ao fato de que este tem íons monovalentes, ou seja, de menor carga em relação àquele. É importante dizer que os dois compostos possuem uma semelhança muito grande em suas redes cristalinas e no tamanho dos seus íons.

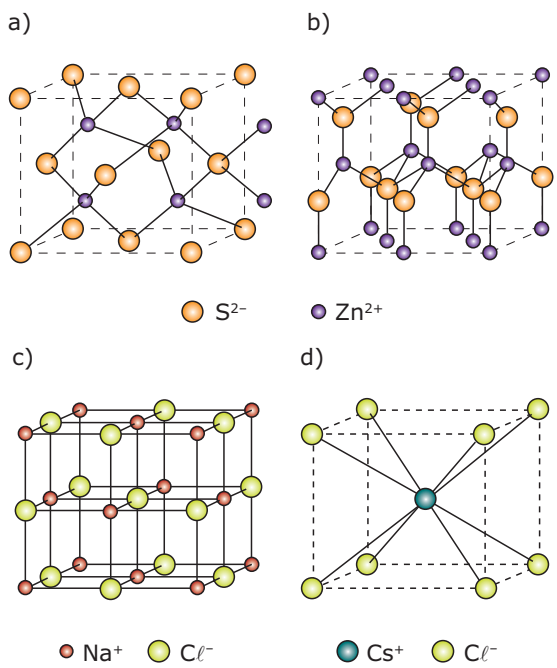
Raio iônico

Quanto menores forem os raios dos íons de cargas opostas, maior será a entalpia de rede do composto iônico. Quando os raios iônicos são menores, a separação entre os íons (d) é menor, o que determina aumento da força eletrostática atrativa. Veja, por exemplo, a ordem crescente nas entalpias de rede, em $kJ.mol^{-1}$, dos haletos de potássio à medida que os raios iônicos dos ânions vão diminuindo:

KI (645) < KBr (689) < KCℓ (717) < KF (826)

Arranjo cristalino

O tipo de arranjo cristalino afeta a intensidade da ligação iônica. Dois tipos comuns de arranjo encontrados em compostos iônicos são: o retículo cristalino cúbico simples do NaCℓ e o retículo cristalino cúbico de corpo centrado do CsCℓ. É muito difícil fazer generalizações a respeito da intensidade da ligação iônica a partir do tipo de rede cristalina. Desse modo, tal influência não será aqui discutida.



Redes cristalinas da blenda (a); da wurtzita (b); do cloreto de sódio, NaCℓ (c) e do cloreto de césio, CsCℓ (d).

PROPRIEDADES FÍSICAS DOS COMPOSTOS IÔNICOS

Pontos de fusão e ebulição normais (P.F. e P.E.)

Os compostos iônicos típicos possuem temperaturas de fusão e ebulição elevadas em virtude de a ligação iônica ser intensa na maioria dos casos. Devido às elevadas entalpias de rede, são necessárias quantidades consideráveis de energia para afastar os íons durante a fusão e a ebulição.

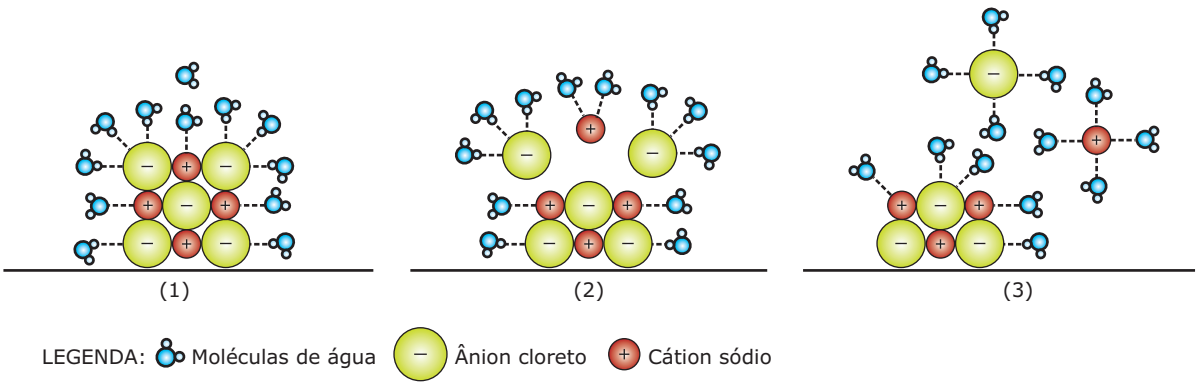
Estado físico nas condições ambiente

A maioria dos compostos iônicos é sólida nessas condições. Existem alguns compostos com caráter fortemente iônico que são encontrados no estado líquido; é o caso do estearato de potássio, $C_{15}H_{31}COO^-K^+$, um sabão líquido.

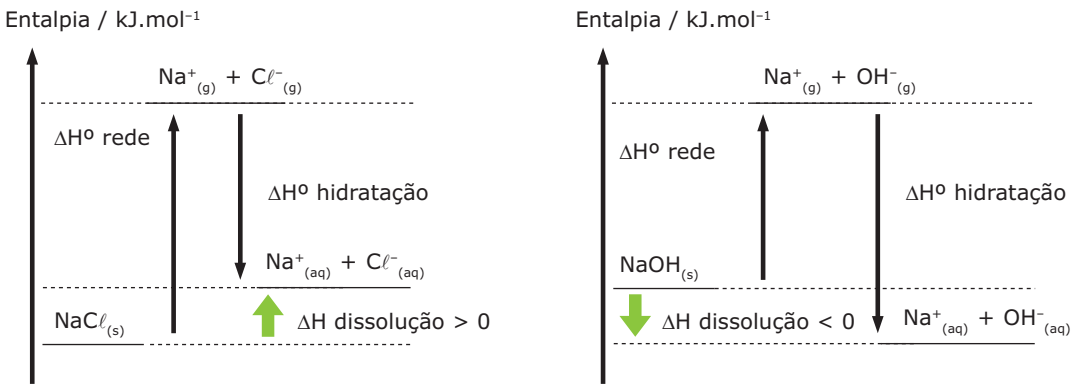
Solubilidade

Alguns compostos iônicos, como os haletos e os hidróxidos alcalinos, são solúveis em solventes polares como a água. Entretanto, existem muitos outros compostos iônicos praticamente insolúveis em água e em qualquer outro solvente. Como via de regra, as substâncias iônicas não se dissolvem nos solventes apolares, a não ser aqueles que possuem também longas cadeias apolares.

Mecanismo de dissolução do cloreto de sódio em água



Mecanismo de dissolução do cloreto de sódio em água: (1) Assim que um cristal de NaCℓ é colocado em água, sua superfície interage com moléculas de água orientadas de acordo com o sinal das cargas dos íons. (2) Quando as interações íon-dipolo se estabelecem, ocorre uma apassivação das cargas dos íons, diminuindo a interação entre eles, o que permite a saída desses íons da estrutura do cristal. (3) Os íons permanecem completamente dissociados em soluções diluídas e praticamente não interagem mais uns com os outros.



A dissolução do NaCℓ é endotérmica, ao passo que a do NaOH é exotérmica. Isso se deve ao fato de a entalpia de hidratação do ânion OH^- ser muito elevada. A maioria dos sólidos iônicos tem comportamento semelhante ao do NaCℓ quando se dissolvem em água.

Condutividade elétrica

Para que um material apresente boa condutividade elétrica, é preciso que existam unidades estruturais dotadas de carga (íons ou elétrons) com grande movimentação. Os sólidos iônicos são maus condutores devido à pouca movimentação dos íons nesse estado. Mas, depois de fundidos ou dissolvidos, eles se tornam bons condutores de eletricidade, pois acontece dissociação iônica e os íons passam a ter a movimentação necessária para condução de energia elétrica.

Dureza e tenacidade

Os compostos iônicos são muito duros (bem resistentes ao risco), porém pouco tenazes (não muito resistentes ao choque mecânico). A elevada dureza é consequência do forte grau de interação entre os íons. Quando submetidos a choque mecânico, costumam fragmentar-se em cristais menores devido ao fato de que as deformações sofridas pelo cristal em um choque aproximam cátions e ânions da rede e fazem as forças repulsivas, que se encontravam minimizadas, se manifestarem.

FORMULAÇÃO E NOTAÇÃO DOS COMPOSTOS IÔNICOS

Compostos iônicos binários

É possível prever as fórmulas químicas de muitos compostos iônicos binários formados pela combinação entre alguns metais representativos e ametais. Para tal, dois aspectos devem ser observados: formação de íons estáveis e obtenção de compostos eletricamente neutros.

Formação de íons estáveis

Os elementos aqui citados costumam formar cátions e ânions estáveis com configuração eletrônica semelhante à de um gás nobre (oito elétrons no último nível ou dois, no caso dos elementos próximos ao hélio). Esse princípio pode ser chamado de regra do octeto e nos permite prever a carga elétrica dos íons estáveis formados por alguns elementos representativos.

Obtenção de compostos eletricamente neutros

Os compostos iônicos possuem cargas elétricas em sua constituição. No entanto, os íons devem estar combinados em uma proporção tal que proporcione neutralidade elétrica ao composto como um todo.

Veja o caso de um composto formado pelos elementos cálcio e cloro.

Ca: [Ar] $4s^2 \rightarrow$ perde dois elétrons $\Rightarrow Ca^{2+} \Rightarrow$ [Ar]

Cℓ: [Ne] $3s^2\ 3p^5 \rightarrow$ ganha um elétron $\Rightarrow C\ell^- \Rightarrow$ [Ar]

Para que o composto seja eletricamente neutro, os íons devem se combinar na proporção 1:2, ou seja, $CaC\ell_2$.

Exemplos:

$Ba + O \rightarrow Ba^{2+} + O^{2-} \rightarrow BaO$

$3Mg + 2N \rightarrow 3Mg^{2+} + 2N^{3-} \rightarrow Mg_3N_2$

$Na + H \rightarrow Na^{+} + H^{-} \rightarrow NaH$

Críticas à regra do octeto

A regra do octeto deve ser entendida como um modelo que permite prever a estrutura de compostos formados por alguns elementos representativos, especialmente os metais alcalinos, alcalinoterrosos e os não metais. É importante ressaltar que esse modelo tem limitações, ou seja, não pode ser empregado amplamente para toda a classificação periódica. Dessa forma, seria mais interessante chamá-lo de "modelo do octeto" em lugar de "regra do octeto".

Uma observação importante sobre o significado da fórmula molecular de um composto iônico é que ela reflete apenas a proporção em que os íons estão combinados. Quando se representa o sal de cozinha por NaCℓ, não se deve entender que na estrutura dessa substância existem unidades estruturais biatômicas, pois cada cátion se liga a diversos ânions e vice-versa. Dessa maneira, podemos dizer que a ligação iônica tem caráter não direcional.

Outros compostos iônicos

Muitos compostos iônicos possuem íons formados por mais de um átomo (íons poliatômicos ou compostos). Esses íons possuem ligações covalentes em sua estrutura, mas, em muitos casos, se comportam como se fossem íons simples. Podemos prever a fórmula de compostos formados por esses íons se conhecermos a carga deles.

Exemplos:

$2NH_4^{+} + SO_4^{2-} \rightarrow (NH_4)_2SO_4$

$A\ell^{3+} + 3NO_3^{-} \rightarrow A\ell(NO_3)_3$

$3Ca^{2+} + 2PO_4^{3-} \rightarrow Ca_3(PO_4)_2$

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01. (UFMG) Com relação aos íons K^+ e $C\ell^-$, é **INCORRETO** afirmar que

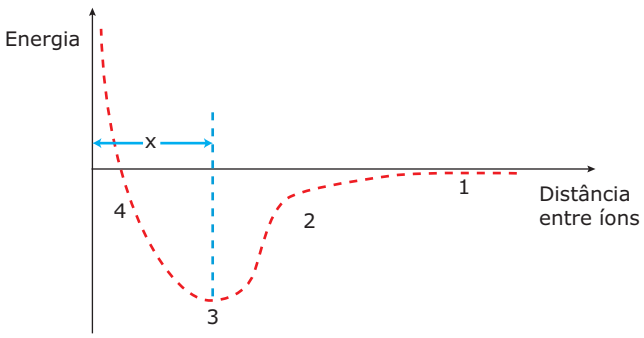
A) ambos apresentam o mesmo número de elétrons que o átomo de argônio.

B) o ânion $C\ell^-$ é maior que o átomo neutro de cloro.

C) o átomo neutro de potássio absorve energia para se transformar no cátion K^+.

D) um elétron é transferido do $C\ell^-$ para o K^+, quando esses íons se ligam.

02. (PUC Minas) O gráfico a seguir se refere a dois íons de cargas contrárias em equilíbrio.



Todas as afirmativas são corretas, **EXCETO**

A) O comprimento de ligação é a distância x.

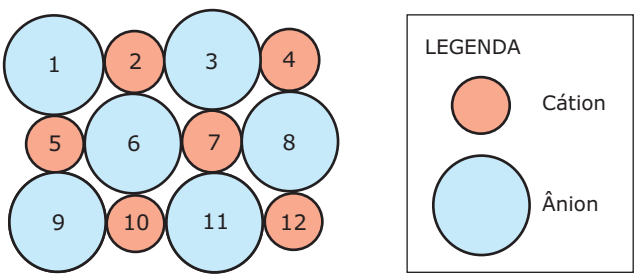
B) Os íons se encontram isolados no ponto 1.

C) Os íons estão em equilíbrio no ponto 3.

D) A menor estabilidade ocorre no ponto 3.

E) As forças de repulsão prevalecem no ponto 4.

03. (UFMG) A figura representa uma seção plana de um cristal iônico, como $Na^+C\ell^-_{(s)}$ ou $Ca^{2+}O^{2-}_{(s)}$. Os íons foram numerados para facilitar a sua identificação.



Considerando-se o modelo de ligação para compostos iônicos e os íons representados, é **CORRETO** afirmar que

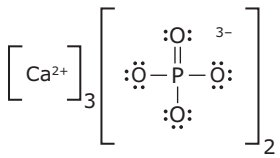
A) o ânion 6 apresenta ligações iônicas de mesma força com os cátions 2, 5, 7 e 10.

B) o par de íons 2-6, no caso do cristal de $Ca^{2+}O^{2-}$, está ligado por duas ligações iônicas.

C) o ânion 1 não apresenta interação eletrostática com o cátion 7.

D) o par de íons 1-5 está ligado ao par de íons 2-6 por uma interação entre dipolos permanentes.

04. (Unimontes-MG–2009) O osso tem como um de seus constituintes o fostato de cálcio, $Ca_3(PO_4)_2$, responsável por sua rigidez. A estrutura de Lewis desse composto é mostrada a seguir:



Relacionando as ligações químicas presentes nesse composto com as propriedades do osso, é **CORRETO** afirmar que

A) as ligações químicas presentes nos íons de fosfato tornam o osso mais quebradiço.

B) as atrações eletrostáticas entre os íons Ca^{2+} e PO_4^{3-} conferem alta rigidez ao osso.

C) o osso tem alta solubilidade em água por apresentar ligações químicas iônicas.

D) as cargas bi e trivalentes, nos respectivos íons, não influenciam na rigidez do osso.

05. (ITA-SP) Uma determinada substância apresenta as seguintes propriedades físico-químicas:

I. O estado físico mais estável a 25 ºC e 1 atm é o sólido.

II. No estado sólido apresenta estrutura cristalina.

III. A condutividade elétrica é praticamente nula no estado físico mais estável a 25 ºC e 1 atm.

IV. A condutividade elétrica é alta no estado líquido.

A alternativa relativa à substância que apresenta todas as propriedades anteriores é o(a)

A) poliacetileno $(C_2H_2)_n$.

B) brometo de sódio (NaBr).

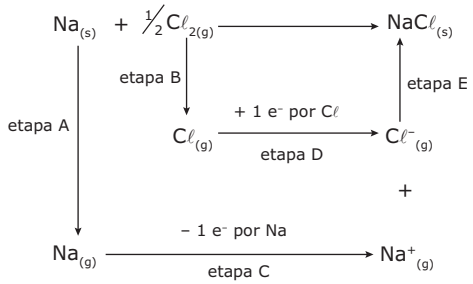
C) iodo (I_2).

D) silício (Si).

E) grafita (C).

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. (Unimontes-MG–2010) A figura a seguir representa, graficamente, o processo descrito para a formação do cloreto de sódio ($NaC\ell$) sólido a partir dos átomos dos elementos no estado padrão.



As etapas estão relacionadas às transformações ocorridas com absorção ou liberação de energia. Em relação a essas transformações, é **CORRETO** afirmar que

A) a sublimação de sódio ocorre com liberação de energia.
B) as etapas de ionizações ocorrem com absorção de energia.
C) a dissociação do cloro produz dois mol de cloro atômico.
D) as espécies iônicas se atraem em uma rede cristalina.

02. (UFPE) Dos compostos seguintes, de fórmula geral CaX_2, mostrará caráter iônico mais pronunciado

A) CaF_2.
B) $CaC\ell_2$.
C) $CaBr_2$.
D) CaI_2.
E) CaH_2.

03. (UFU-MG) Dos compostos a seguir, a ligação iônica é predominante em

A) $CaC\ell_2$.
B) $PbC\ell_2$.
C) $SC\ell_2$.
D) $CC\ell_4$.

04. (UFMG) Considerando-se o modelo de ligação química apropriado, $KF_{(s)}$ tem todas as seguintes propriedades, **EXCETO**

A) alta solubilidade em água.
B) alta volatilidade.
C) condutividade elétrica muito baixa.
D) facilidade de ser quebrado.
E) temperatura de fusão elevada.

05. (UFMG) Existem algumas propriedades que são adequadas para caracterizar os sólidos iônicos, uma vez que a grande maioria desses sólidos apresenta essas propriedades. Outras propriedades não são adequadas para esse fim, pois podem existir sólidos iônicos que não apresentem essas outras propriedades.

Considere o conjunto de sólidos iônicos. Entre as propriedades relacionadas, indique a que **NÃO** será exibida por um grande número de sólidos.

A) Apresentar altas temperaturas de fusão.
B) Conduzir corrente elétrica quando fundido.
C) Ser isolante térmico e elétrico em estado sólido.
D) Ser solúvel em água.

06. (UFMG–2006) O cloreto de sódio, $NaC\ell$, é um composto iônico solúvel em água. Sua dissolução pode ser assim representada:

Dissolução do cristal: $NaC\ell_{(s)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)}$

Esse processo também pode ser representado, formalmente, em duas etapas:

I. Dissociação do cristal: $NaC\ell_{(s)} \rightarrow Na^+_{(g)} + C\ell^-_{(g)}$

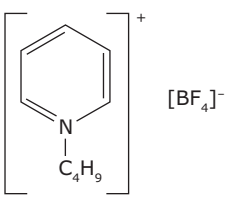
II. Solvatação dos íons: $Na^+_{(g)} + C\ell^-_{(g)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)}$

Considerando-se essas etapas da dissolução do cristal, é **CORRETO** afirmar que

A) na etapa da solvatação dos íons do cloreto de sódio, ocorre liberação de energia.
B) na água pura, as interações entre as moléculas são mais fortes que as interações entre os íons no cristal.
C) na solução de cloreto de sódio, as moléculas de água estabelecem ligações de hidrogênio com os íons sódio.
D) na etapa da dissociação do cloreto de sódio, a energia do retículo cristalino é liberada.

07. (UFMG) Recentemente, os químicos têm investigado uma nova classe de materiais – os líquidos iônicos. A novidade desses materiais é que, nas condições ambientais, as substâncias iônicas mais comuns são sólidas.

A estrutura exemplifica um líquido iônico:



Essa substância tem propriedades interessantes:

- É líquida, nas condições ambiente.
- É solúvel em água.
- É um bom solvente para muitas substâncias polares e apolares.

A) Com base nas características estruturais dessa substância, **JUSTIFIQUE** o fato de ela ser um bom solvente para muitas substâncias apolares.
B) **ANALISE** a estrutura dessa substância e, com base na interação eletrostática entre seu cátion e seu ânion, **JUSTIFIQUE** o fato de ela ser líquida.

08. (UNIRIO-RJ–2006) De acordo com a Lei de Coulomb, a força de atração entre partículas de cargas opostas é diretamente proporcional às suas cargas e inversamente proporcional ao quadrado das distâncias entre eles.

$$F = \frac{k(q' \cdot q)}{(r^+ + r^-)^2}$$

Onde q' e q são as cargas dos íons, r^+ e r^- são os raios dos íons e k é uma constante. **COMPARE** os compostos MgO e BaO, quanto aos seus pontos de fusão, sabendo-se que os raios iônicos do Ba^{2+} e Mg^{2+} são, respectivamente, 1,35 Å e 0,65 Å.

09. (UEL-PR) Considere as propriedades:

I. Elevado ponto de fusão

II. Brilho metálico

III. Boa condutividade elétrica no estado sólido

IV. Boa condutividade elétrica em solução aquosa

São propriedades características de compostos iônicos

A) I e II.
B) I e IV.
C) II e III.
D) II e IV.
E) III e IV.

10. (FUVEST-SP) Os átomos dos metais alcalinoterrosos (M) apresentam dois elétrons em sua camada de valência. É de se prever que os óxidos e os cloretos desses metais tenham, respectivamente, as fórmulas mínimas

A) MO e $MC\ell_2$.
B) MO e $MC\ell$.
C) MO_2 e $MC\ell$.
D) MO_2 e $MC\ell_4$.
E) M_2O e $MC\ell_2$.

11. (Mackenzie-SP) Átomos do elemento Y, que apresentam a distribuição eletrônica $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$,

A) têm número de massa igual a 16.
B) formam o íon Y^{2-}.
C) formam, com o alumínio que pertence à família do boro, o composto $A\ell_3Y_2$.
D) pertencem à família do carbono.
E) apresentam cinco níveis de energia.

12. (UFU-MG) É possível fazer previsões sobre a fórmula de uma substância formada quando diferentes elementos se ligam entre si. Considere os elementos genéricos X, Y, Z e os elementos oxigênio (O) e cloro ($C\ell$) em seus estados de oxidação normais, os quais formam os compostos $XC\ell_4$, XZ_2 e YO.

Com base nessas informações, qual é a fórmula **CORRETA** para o composto formado entre Y e Z?

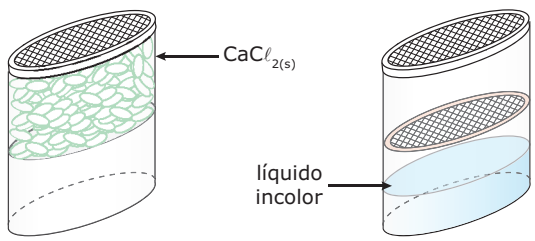
A) YZ_3
B) YZ_2
C) Y_2Z
D) YZ

13. (UFMG–2009) Certo produto desumidificador, geralmente encontrado à venda em supermercados, é utilizado para se evitar a formação de mofo em armários e outros ambientes domésticos.

A embalagem desse produto é dividida, internamente, em dois compartimentos – um superior e um inferior. Na parte superior, há um sólido branco iônico – o cloreto de cálcio, $CaC\ell_2$.

Algum tempo depois de a embalagem ser aberta e colocada, por exemplo, em um armário em que há umidade, esse sólido branco desaparece e, ao mesmo tempo, forma-se um líquido incolor no compartimento inferior.

As duas situações descritas estão representadas nestas figuras:



Considerando-se essas informações e outros conhecimentos sobre os materiais e os processos envolvidos, é **CORRETO** afirmar que

A) o $CaC\ell_2$ passa por um processo de sublimação.
B) o $CaC\ell_2$ tem seu retículo cristalino quebrado.
C) o líquido obtido tem massa igual à do $CaC\ell_2$.
D) o líquido obtido resulta da fusão do $CaC\ell_2$.

14. (UFV-MG–2011) Quando átomos do elemento A (Z = 38) se combinam a átomos do elemento B (Z = 17), obtém-se um composto cuja fórmula e tipo de ligação são, respectivamente,

A) AB e ligação covalente.
B) AB e ligação iônica.
C) AB_2 e ligação iônica.
D) AB_2 e ligação covalente.

SEÇÃO ENEM

01.

O medo vem pelo correio

Cartas com anthrax fizeram com que o modo de manipular correspondências mudasse no mundo inteiro

No ataque bioterrorista mais conhecido, cartas com o bacilo provocaram cinco mortes nos Estados Unidos, após o 11 de Setembro.

Disponível em: http://veja.abril.com.br/241001/p_046.html. Acesso em: 06 mar. 2010.

...mas também foram descobertos casos de gente que aproveitou para aterrorizar um desafeto, fazer uma brincadeira com o chefe ou vingar-se de uma humilhação.

BRUMART, Rodrigo. Disponível em: <www.chargeonline.com.br>. Acesso em: 22 out. 2010.

No Brasil não temos bioterroristas, só bioengraçadinhos. Poderia dizer biobabacas.

Paulo Buss, presidente da Fiocruz, sobre os trotes relacionados à bactéria antraz.
In: *IstoÉ*, nº 1 674, 31 out. 2010 (Adaptação).

Sobre os compostos utilizados pelo personagem na charge, é correto afirmar que

A) um dos materiais utilizados pelo biobabaca da charge é uma mistura de substâncias simples iônicas, obtida por evaporação da água do mar.

B) o talco é um mineral de silicato de magnésio hidratado, de fórmula $Mg_3(Si_4O_{10}).nH_2O$. Esse composto é quebradiço na fase sólida e é condutor de eletricidade na fase líquida.

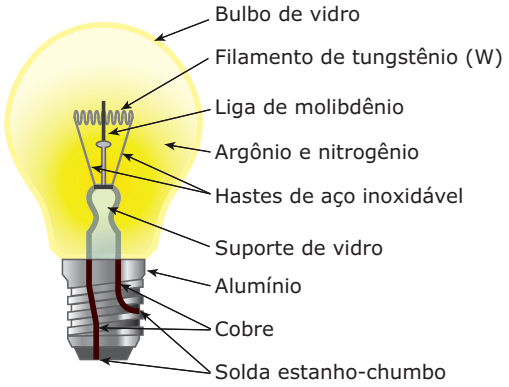
C) um envelope contendo a mistura sal e açúcar conterá apenas substâncias cujas partículas são mantidas coesas por interações de natureza eletrostática.

D) o açúcar, a maisena e a farinha são formados por carboidratos de fórmula geral $C_n(H_2O)_{n-1}$. Essas substâncias são de natureza iônica.

E) o principal componente do sal é o $NaC\ell$. Nesse tipo de composto cada cátion Na^+ interage apenas com um ânion $C\ell^-$.

02. As lâmpadas incandescentes atuais têm uma estrutura muito simples. Na base, existem dois contatos de metal, que são ligados a dois fios rígidos, que são conectados ao filamento de metal fino. O filamento fica no meio da lâmpada, protegido por uma cápsula de vidro. Os fios e o filamento estão dentro da lâmpada de vidro, que é cheia de gás inerte, como argônio e nitrogênio.

Nas primeiras lâmpadas elétricas, não existia atmosfera inerte no bulbo de vidro e todo o ar era sugado para fora para criar um quase vácuo – uma área sem matéria.



Disponível em: <http://casa.hsw.uol.com.br/lampadas.htm>. Acesso em: 28 jan. 2011 (Adaptação).

O filamento de uma lâmpada incandescente é colocado em uma câmara livre de oxigênio para evitar a sua oxidação, que levaria

A) à produção de uma substância de natureza iônica, inviabilizando a condução de corrente elétrica e, consequentemente, a emissão de luz.

B) à diminuição da pressão interna por consumo do oxigênio que poderia levar a lâmpada a implodir.

C) à combustão do nitrogênio, aumentando o efeito de liberação de energia térmica durante a emissão de luz.

D) à maior vaporização do filamento de tungstênio, tal como nas primeiras lâmpadas elétricas.

E) a uma combustão mais rápida do que a provocada pelos gases argônio e nitrogênio, quando da passagem de corrente elétrica.

GABARITO

Fixação

01. D 02. D 03. A 04. B 05. B

Propostos

01. D 03. A 05. D
02. A 04. B 06. A

07. A) O composto possui íons com cadeias apolares que podem solvatar moléculas apolares, interagindo com elas por meio de ligações do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido.
B) O fato de cátions e ânions serem muito grandes faz com que a força de interação entre eles seja menor que na maioria dos compostos iônicos.

08. O MgO apresenta maior ponto de fusão em relação ao BaO, já que o maior raio deste faz com que haja diminuição da intensidade da força atrativa na rede cristalina. As cargas dos íons Ba^{2+} e Mg^{2+} são equivalentes, então não influenciam na diferença dos pontos de fusão.

09. B

10. A 11. B 12. D 13. B 14. C

Seção Enem

01. B 02. A

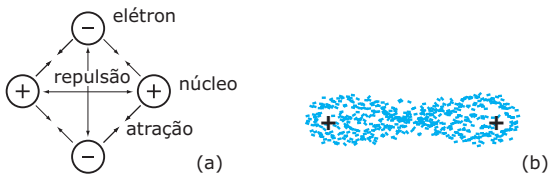
QUÍMICA

Ligações covalentes I

MÓDULO 08 FRENTE C

AS INTERAÇÕES E AS ENERGIAS NA FORMAÇÃO DA LIGAÇÃO COVALENTE

Precisamos entender por que os átomos de elementos não metálicos podem se ligar uns aos outros uma vez que não podem formar íons de cargas opostas. Primeiramente, é preciso entender que os elementos não metálicos possuem altas energias de ionização e não costumam formar cátions. Lewis propôs que cada átomo em uma molécula é ligado por um par de elétrons compartilhado. Ele imaginou que o par de elétrons compartilhado estava situado entre os dois átomos e interagia com ambos os núcleos. A ligação covalente seria, então, resultado das interações de dois elétrons e dois núcleos, o que acaba provocando abaixamento da energia potencial nos átomos.

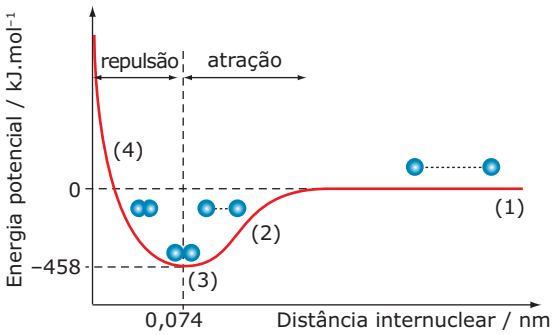


(a) Atrações e repulsões entre elétrons e núcleos na molécula de hidrogênio. (b) Distribuição eletrônica na molécula de H_2. A concentração de densidade eletrônica entre os núcleos leva a uma força de atração líquida que constitui a ligação covalente, que mantém a molécula unida.

Conceito de ligação covalente

Ligação covalente consiste no compartilhamento de elétrons entre átomos. Esse compartilhamento leva à formação de espécies menos energéticas, ou mais estáveis que os átomos isolados.

A molécula de H_2 fornece o exemplo mais simples de ligação covalente. Quando dois átomos de hidrogênio estão próximos, ocorrem interações eletrostáticas entre eles não apenas atrativas, mas também repulsivas. Os dois núcleos com cargas positivas repelem-se mutuamente, bem como os elétrons com suas cargas negativas. Entretanto, como já exposto, núcleos e elétrons atraem-se mutuamente e, para que uma molécula de H_2 exista como espécie química estável, as forças atrativas devem superar as de repulsão. A figura a seguir mostra como essas forças afetam a energia potencial dos átomos de hidrogênio durante a formação da molécula.

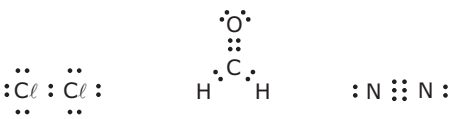


(1) Primeiramente, os átomos estão a uma distância infinita um do outro. Nessa situação, praticamente não há forças de atração ou repulsão entre eles e foi atribuído valor de energia potencial igual a zero para os átomos. (2) Os átomos estão mais próximos e as interações entre eles já são importantes. As forças de atração núcleos-elétrons são mais intensas que as de repulsão, fazendo com que os átomos se aproximem, e essa aproximação produz abaixamento na energia potencial dos átomos. (3) As forças de repulsão e de atração se equilibraram. Essa situação é a que abaixa mais a energia dos átomos e, portanto, a mais estável. (4) Os átomos estão se aproximando muito e as forças de repulsão passam a ficar mais intensas que as de atração. Assim, a aproximação agora só ocorre se os átomos tiverem energia suficiente para vencer a repulsão. A tendência de dois átomos que estão muito próximos é de se afastarem um pouco para aumentar a estabilidade.

CLASSIFICAÇÕES DAS LIGAÇÕES COVALENTES

Quanto à ordem

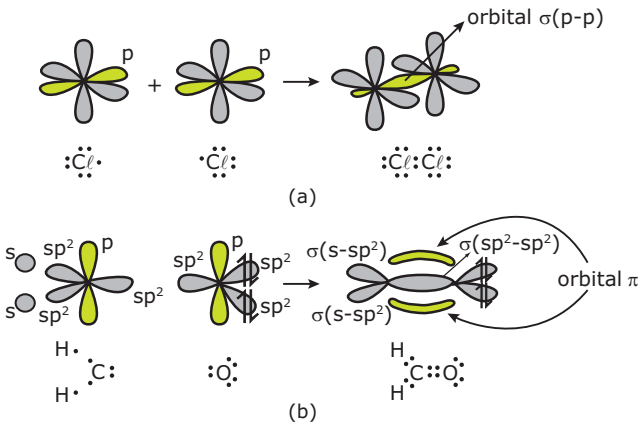
As ligações covalentes podem ser **simples** (ordem 1) quando um par de elétrons é compartilhado por dois átomos; **dupla** (ordem 2) quando dois pares de elétrons são compartilhados; ou ainda **tripla** (ordem 3) quando o número de pares de elétrons compartilhados é igual a três.



Estruturas de Lewis para algumas substâncias: (a) gás cloro com ligação simples, (b) metanal com ligações simples e dupla e (c) gás nitrogênio com ligação tripla. Note que todos os átomos passam a ter configuração de gás nobre.

Quanto à forma de interpenetração dos orbitais

A ligação covalente pode ser **sigma** (σ) quando o orbital molecular é resultado da interpenetração frontal de orbitais atômicos, ou seja, orbitais que antes da interpenetração estavam no mesmo eixo. Porém, se os orbitais atômicos estiverem em eixos paralelos, podem interpenetrar-se lateralmente, originando um orbital molecular com dois lobos que chamamos de ligação **pi** (π).



Formação das moléculas de cloro e metanal, mostrando a interpenetração de orbitais. Os modelos mostram apenas alguns orbitais de cada um dos átomos. (a) Na molécula de cloro, temos a formação de uma ligação σ pela fusão de dois orbitais atômicos do tipo p. (b) Na molécula de metanal, há três ligações σ: duas formadas pela fusão de orbitais s do hidrogênio com orbitais sp^2 (híbridos) do carbono e outra proveniente da fusão do outro orbital sp^2 do carbono com um do tipo sp^2 do oxigênio. Podemos observar também a formação de uma ligação π a partir de dois orbitais p: um originário do carbono e outro do oxigênio.

Quanto à polaridade

A ligação covalente pode apresentar algum caráter iônico quando houver diferença de eletronegatividade entre os átomos que a estabelecem. Esse caráter iônico é chamado de polaridade.

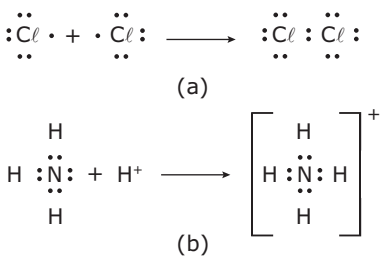
Quando dois átomos que se ligam possuem a mesma eletronegatividade, dizemos que se trata de **ligação covalente apolar**. Nesse caso, os dois átomos atraem o par eletrônico com a mesma intensidade. No caso de existir diferença de eletronegatividade entre os átomos, forma-se a **ligação covalente polar**. O átomo mais eletronegativo atrai mais fortemente os elétrons da ligação e, assim, é criado um polo negativo em torno desse átomo. Por outro lado, o átomo de menor eletronegatividade fica com menor densidade eletrônica e acaba sendo o polo positivo.

Quando a diferença de eletronegatividade é muito grande, a ligação passa a ser iônica.

(a) A ligação apolar no hidrogênio. (b) A ligação polar no fluoreto de hidrogênio. É mostrada apenas a nuvem de carga do par compartilhado.

Quanto à origem do par eletrônico

O par eletrônico compartilhado pode ser constituído de um elétron vindo de um átomo e outro proveniente de outro átomo e, nesse caso, chamamos de ligação covalente **normal**. Mas, quando os dois elétrons compartilhados vêm apenas de um dos átomos e passam a ocupar um orbital vazio do segundo átomo, denominamos ligação covalente **coordenada**, antigamente chamada de ligação covalente dativa.



(a) Formação de uma ligação covalente normal entre dois átomos de cloro. Cada átomo contribuiu com um elétron. (b) Formação de uma ligação covalente coordenada entre a amônia e o cátion hidrogênio (próton). O par eletrônico, inicialmente, era só do nitrogênio e o hidrogênio apresentava um orbital vazio antes da ligação. A ligação covalente coordenada normalmente se estabelece entre uma espécie que tem pares eletrônicos isolados disponíveis (chamado de base de Lewis) e outra que tem orbitais vazios para acomodar elétrons (ácido de Lewis). Antes da ligação, o ácido de Lewis é carente em elétrons e a base de Lewis tem excesso de elétrons.

FATORES QUE AFETAM A INTENSIDADE DA LIGAÇÃO COVALENTE

Os fatores que podem explicar a maior ou menor intensidade das ligações covalentes são: presença de pares isolados (elétrons não ligantes), tamanho dos átomos envolvidos (raio atômico) e ordem de ligação.

Presença de pares isolados

Quando comparamos a entalpia de dissociação do $C\ell_2$ (254 kJ.mol^{-1}) e do H_2 (432 kJ.mol^{-1}), percebemos que é muito mais fácil quebrar a ligação cloro-cloro do que a hidrogênio-hidrogênio. A ligação entre átomos de hidrogênio é mais forte em virtude de ele não apresentar pares isolados. A presença de pares isolados intensifica as forças de repulsão, enfraquecendo a ligação.

Raio atômico

Quanto maiores forem os átomos envolvidos na ligação covalente, mais fraca ela será. Em ligações formadas por átomos grandes, as distâncias médias entre os orbitais moleculares formados e os núcleos dos átomos são maiores, diminuindo a intensidade das forças atrativas. Veja como decresce a entalpia de dissociação dos halogenidretos com o aumento do respectivo halogênio:

HF (568 kJ.mol^{-1})

HCℓ (431 kJ.mol^{-1})

HBr (366 kJ.mol^{-1})

HI (298 kJ.mol^{-1})

↓ decresce a intensidade das forças atrativas

Ordem da ligação

Quanto maior o número de pares eletrônicos compartilhados, mais curta e mais intensa será a ligação covalente entre dois átomos. O aumento da ordem de ligação significa aumento no número de elétrons nela envolvidos, ou seja, aumento da carga negativa, o que determina aumento das forças atrativas. Veja, por exemplo, as entalpias de dissociação médias de ligações carbono-carbono aumentando à medida que aumenta a ordem de ligação:

C—C (416 kJ.mol^{-1})

C═C (613 kJ.mol^{-1})

C≡C (845 kJ.mol^{-1})

↓ cresce a intensidade das forças atrativas

FORMULAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

Nós iremos lidar, a partir de agora, basicamente, com três tipos de fórmulas: molecular, eletrônica e estrutural plana.

Fórmula molecular

A fórmula molecular somente indica os elementos existentes em uma molécula da substância e quantos átomos de cada elemento existem nela.

Exemplos:

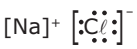
HCℓ ⇒ 2 elementos: hidrogênio e cloro, com um átomo de cada.

H_3PO_4 ⇒ 3 elementos: hidrogênio, fósforo e oxigênio, com 3, 1 e 4 átomos, respectivamente.

Fórmula eletrônica

A fórmula eletrônica é aquela que se baseia na representação de Lewis.

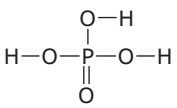
Exemplos:



Fórmula estrutural plana

A fórmula estrutural plana é aquela que representa as ligações por meio de traços e setas, não importando a distribuição espacial dos átomos.

Exemplo:

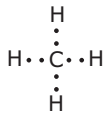


Agora, conseguiremos montar as fórmulas eletrônicas e estruturais a partir das fórmulas moleculares. Para isso, teremos de seguir algumas regras:

1ª Regra

O átomo que se encontra em menor quantidade deve ir para o centro e ficar rodeado pelos demais átomos.

Exemplos:

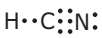
CH_4: 

NH_3:

2ª Regra

Quando o número de átomos, na fórmula molecular, for igual, o elemento que possuir maior número de valências, normalmente, deve ir para o centro da molécula.

Exemplos:

HCN 

N_2H_2

3ª Regra

Só será possível realizar uma ligação coordenada (dativa) quando o átomo central já estiver estável e com pelo menos um par de elétrons disponível.

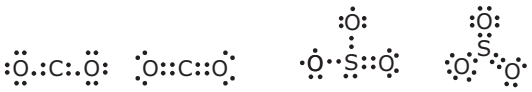
Exemplo:

O enxofre já está estável e possui 2 pares de elétrons disponíveis para realizar ligações coordenadas.

4ª Regra

Quando começamos a ligar um determinado átomo a outro, só poderemos ligá-lo a um terceiro átomo após o primeiro se tornar estável.

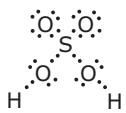
Exemplos:



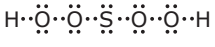
errado certo errado certo

5ª Regra

Em oxiácidos, normalmente, o hidrogênio encontra-se ligado ao oxigênio.



certo

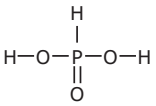


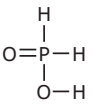
errado

Exemplos:

H_2SO_4, H_3PO_4, H_3BO_3, etc.

CUIDADO! H_3PO_3 e H_3PO_2 só possuem 2 H e 1 H ligados ao oxigênio, respectivamente. Os demais hidrogênios estão ligados diretamente ao fósforo.





OBSERVAÇÃO

- Os hidrogênios que se ligam ao oxigênio são facilmente liberados quando tais substâncias são colocadas em meio aquoso. Dessa forma, são denominados hidrogênios ionizáveis e representados por H^+.

Para facilitar a confecção das fórmulas estruturais dos oxiácidos, a sequência das ligações é: hidrogênio liga-se ao oxigênio, e este liga-se ao átomo central.

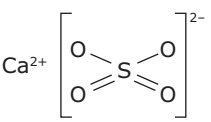
6ª Regra

Em compostos iônicos que possuem ligações covalentes, os metais sempre devem estar próximos aos átomos que rodeiam os átomos centrais.

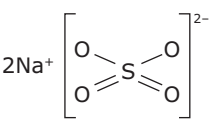
Exemplos:

1. NaCN: $Na^+ + CN^-$

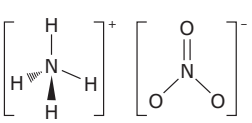
2. $CaSO_4$: $Ca^{2+} + SO_4^{2-}$



3. Na_2SO_4: $2Na^+ + SO_4^{2-}$

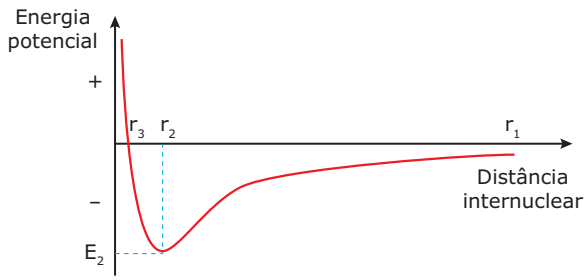


4. NH_4NO_3: $NH_4^+ + NO_3^-$



EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01. (UFMG) O gráfico representa a variação de energia potencial em função da distância internuclear, quando átomos de hidrogênio se aproximam para formar a molécula de H_2.



Sobre esse gráfico, todas as afirmativas estão corretas, **EXCETO**

A) A distância r_2 corresponde ao comprimento de ligação.

B) A energia de ligação é $-E_2$.

C) A estabilidade molecular é máxima na distância r_3.

D) Os átomos estão isolados na distância r_1.

E) Os átomos estão ligados na distância r_2.

02. (UFLA-MG) Assinale a alternativa na qual ambos os compostos apresentam ligações covalentes múltiplas (duplas ou triplas).

Dados: H (Z = 1), C (Z = 6), N (Z = 7), O (Z = 8)
Aℓ (Z = 13), Cℓ (Z = 17), K (Z = 19)

A) H_2O e O_2

B) H_2O_2 e HCℓ

C) $C\ell_2$ e NH_3

D) CO_2 e N_2

E) $A\ell C\ell_3$ e KCℓ

03. (PUCPR) Sabe-se que a interação entre átomos que se ligam na formação de novas substâncias é feita através de seus elétrons mais externos. Uma combinação possível entre o elemento A com a configuração eletrônica $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$ e outro B (Z=16) terá fórmula e ligação, respectivamente,

A) AB e ligação covalente apolar.

B) A_2B e ligação iônica.

C) A_2B_3 e ligação covalente polar.

D) AB_2 e ligação iônica.

E) A_2B e ligação covalente polar.

04. (Mackenzie-SP–2008) A fosfina é um gás autoinflamável, formado por fósforo e hidrogênio, produzido na decomposição de matérias orgânicas. Assim, em cemitérios, por vezes, as pessoas se assustam ao se depararem com nuvens desse gás e, se correrem, devido ao deslocamento de ar, têm a impressão de que o fogo as acompanha.

Esse fenômeno é conhecido por fogo-fátuo. Com relação à fosfina, é **INCORRETO** afirmar que

Dado: Número atômico P = 15, H = 1

A) tem fórmula molecular PH_3.

B) possui três ligações covalentes sigma.

C) o fósforo possui um par de elétrons disponível.

D) não possui ligação pi.

E) tem fórmula estrutural P≡H.

05. (UEPG-PR–2007) Quando uma reação química ocorre entre dois átomos, os seus elétrons de valência são rearranjados de tal forma que uma força resultante atrativa passa a existir entre eles. Essa força atrativa é a chamada ligação química.

Sobre as ligações químicas, assinale o que for **CORRETO**.

01. Em uma molécula de HCℓ, o par de elétrons compartilhado na ligação encontra-se mais próximo do átomo de cloro, devido à sua maior eletronegatividade, o que caracteriza uma ligação apolar.

02. A ligação covalente se caracteriza pelo compartilhamento de elétrons de valência entre os átomos que participam da ligação.

04. O comprimento das ligações químicas independe do raio atômico dos átomos que participam da ligação.

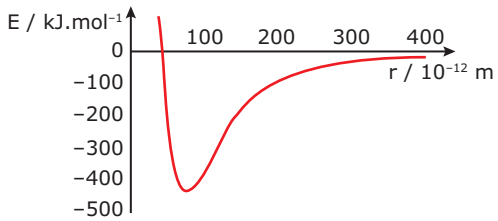
08. Uma ligação iônica se forma quando um ou mais elétrons de valência são transferidos de um átomo para outro, dando origem a íons positivos e negativos.

16. Ligações covalentes do tipo sigma (σ) somente ocorrem entre orbitais do tipo p de um átomo e do tipo s de outro átomo.

Soma ( )

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. (UFMG) Este gráfico representa a curva de energia potencial *versus* separação internuclear para a interação entre dois átomos de hidrogênio que formam a molécula H_2.



De acordo com o gráfico, todas as afirmativas estão corretas, **EXCETO**

A) A energia de ligação da molécula é cerca de 440 kJ.mol^{-1}.

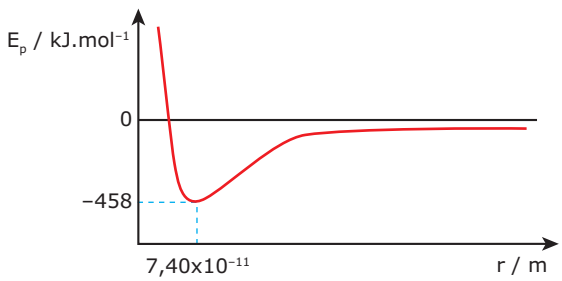
B) A energia do sistema é mínima quando a distância entre os átomos é cerca de 75x10^{-12} m.

C) A interação entre os átomos tende para zero quando a separação entre eles tende para o infinito.

D) A molécula é mais estável quando a distância entre os átomos é cerca de 75x10^{-12} m.

E) A molécula se forma quando os átomos absorvem cerca de 440 kJ.mol^{-1}.

02. (UFMG) A curva a seguir mostra a variação da energia potencial E_p em função da distância entre os átomos, durante a formação da molécula H_2 a partir de dois átomos de hidrogênio, inicialmente a uma distância infinita um do outro.



Em relação às informações obtidas da análise do gráfico, assinale a afirmativa **FALSA**.

A) A energia potencial diminui na formação da ligação química.

B) A quebra da ligação H—H consome 458 kJ.mol^{-1}.

C) O comprimento de ligação da molécula H_2 é de 7,40x10^{-11} m.

D) Os átomos separados por uma distância infinita se atraem mutuamente.

03. (UFU-MG) Considere os seguintes átomos: $^{40}_{20}A$ e $^{80}_{35}B$. Em relação a esses átomos, marque a alternativa **INCORRETA**.

A) B é um átomo mais eletronegativo que A.

B) O raio atômico do átomo A é maior que o do átomo B.

C) A e B podem formar o composto sólido AB_2, de baixo ponto de fusão.

D) B encontra-se nas condições ambiente (25 ºC e 1 atm), como composto molecular B_2.

04. (UFU-MG) O fosfogênio ($COC\ell_2$), um gás, é preparado industrialmente por meio da reação entre o monóxido de carbono e o cloro. A fórmula estrutural da molécula do fosfogênio apresenta

A) uma ligação dupla e duas ligações simples.

B) uma ligação dupla e três ligações simples.

C) duas ligações duplas e duas ligações simples.

D) uma ligação tripla e duas ligações simples.

E) duas ligações duplas e uma ligação simples.

05. (UFPE–2008) Considerando os elementos químicos com as seguintes configurações eletrônicas:

Aa: $1s^1$;

Bb: $1s^2\ 2s^1$;

Cc: $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$;

Dd: $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$;

Ee: $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$;

Ff: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$;

Gg: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$,

analise as afirmativas a seguir.

( ) Apenas dois desses elementos apresentam configuração eletrônica de gás nobre.

( ) Aa e Dd podem formar moléculas diatômicas homonucleares.

( ) A molécula de Aa_2 é formada por uma ligação simples, e a molécula de Dd_2 tem ligação dupla.

( ) Aa, Bb e Ff pertencem ao mesmo grupo da Tabela Periódica.

( ) Bb, Cc e Ee pertencem ao mesmo período da Tabela Periódica.

06. (UniCEUB-DF) Assinale a alternativa **CORRETA**.

A) Só se estabelece ligação covalente coordenada, quando no composto já existe ligação covalente normal.

B) Para que se estabeleça ligação covalente dativa entre dois átomos, é necessário que ambos tenham deficiência eletrônica.

C) A ligação covalente coordenada é mais forte do que a ligação covalente normal.

D) Os compostos formados por ligações covalentes coordenadas são muito instáveis.

E) N.d.a.

07. (UFJF-MG) Nos pântanos e cemitérios, é comum ocorrer a formação de gás metano (CH_4), proveniente da decomposição de matéria orgânica. O metano pode reagir com o oxigênio do ar espontaneamente e formar luzes bruxuleantes, conhecidas como fogo-fátuo.

Assinale a alternativa **CORRETA**.

A) O CH_4 é uma substância composta, que contém ligações iônicas e o oxigênio do ar é uma substância composta que contém ligações covalentes polares.

B) O CH_4 é uma substância composta, que contém ligações covalentes e o oxigênio do ar é uma substância simples que contém ligações covalentes apolares.

C) O CH_4 é uma substância simples que contém ligações iônicas e o oxigênio do ar é uma substância simples que contém ligações covalentes polares.

D) O CH_4 é uma substância composta que contém ligações covalentes e o oxigênio do ar é uma substância composta que contém ligações covalentes polares.

E) O CH_4 é uma substância simples que contém ligações covalentes e o oxigênio do ar é uma substância composta que contém ligações iônicas.

08. (PUC Rio) No composto P_2O_5, nas ligações P—O, o número de ligações covalentes coordenadas é

A) 1.

B) 2.

C) 3.

D) 4.

E) 5.

09. (UFPI–2006) A respeito dos modelos de ligação química, podemos afirmar que

A) a molécula de hidrogênio não pode ser representada pelo modelo iônico.

B) o cloreto de sódio não pode ser representado pelo modelo covalente.

C) as propriedades físicas e químicas dos compostos indicam qual o melhor modelo para representar as suas ligações químicas.

D) a molécula de gás carbônico só pode ser representada pelo modelo covalente.

E) o cloreto de alumínio pode ser representado pelo modelo iônico, mas não pode pelo modelo covalente.

10. (PUCPR) Dados os compostos:

I. Cloreto de sódio

II. Brometo de hidrogênio

III. Gás carbônico

IV. Metanol (CH_3OH)

V. Fe_2O_3

Apresentam ligações covalentes os compostos

A) II, III e IV.
B) II, III, IV e V.
C) I e V.
D) III e V.
E) II, IV e V.

11. (UEPG-PR) Sobre os compostos a seguir, assinale o que for **CORRETO**.

I. Dióxido de carbono

II. Cloreto de potássio

III. Sulfeto de sódio

IV. Oxigênio molecular

Dados: C (Z = 6); O (Z = 8); Na (Z = 11); S (Z = 16); Cℓ (Z = 17); K (Z = 19).

01. Em solução aquosa, o composto III sofre dissociação, formando apenas íons monovalentes.

02. Os compostos II e III apresentam ligação do tipo iônica.

04. Os compostos I e IV apresentam ligações por meio de atração eletrostática.

08. O composto I apresenta ligação do tipo covalente polar.

16. O composto IV apresenta ligação do tipo covalente apolar.

Soma ( )

12. (UFLA-MG–2009) Ligações químicas envolvendo átomos de carbono são características de moléculas orgânicas. O carbono forma ligações fortes com uma variedade de elementos, especialmente com H, O, N e halogênios. O comprimento de uma ligação química está relacionado à natureza dos átomos envolvidos e à ordem de ligação. Das ligações a seguir, indique a ordem decrescente de comprimento de ligação.

A) C—H > C—C > C—O
B) C—C > C═C > C≡C
C) C≡C > C═C > C—H
D) C═O > C—O > C—C

SEÇÃO ENEM

01. Um dos métodos de extermínio, em massa, em campos de concentração nazistas era a câmara de gás. As principais vítimas eram idosos, crianças e inaptos ao trabalho. Um dos gases utilizados para tal fim era o gás cianídrico, HCN, que tem cheiro de amêndoas amargas e que entre cinco a trinta segundos após a sua aspiração, 0,3 mg por litro de ar, produz inconsciência, levando à morte entre três a quatro minutos.

A toxidez do HCN deve-se à sua capacidade de inibir a enzima citocromoxidase, fundamental para as células consumirem o gás oxigênio (O_2) transportado pelo sangue. O íon cianeto (CN^-) provoca a parada da respiração celular.

Das espécies químicas citadas no texto,

A) todas são iônicas.
B) duas são covalentes e uma iônica.
C) todas apresentam átomos que estabelecem ligações covalentes coordenadas.
D) todas apresentam átomos que se estabilizam pelo compartilhamento de um elétron.
E) todas apresentam ligações múltiplas.

02. Linus Pauling foi o primeiro a elaborar o conceito de eletronegatividade. Em sua definição, eletronegatividade é a capacidade de um elemento atrair elétrons para si quando ele faz parte de um composto.

Ele argumentou que o excesso de energia Δ de uma ligação A–B em relação à energia média das ligações A–A e B–B pode ser atribuída à presença de uma contribuição iônica à ligação covalente, devido à diferença de eletronegatividade entre os ligantes.

Disponível em: <http://www2.ufpa.br/quimdist/disciplinas/quimica_inorganica_teorica/cap114_estrutura.pdf.> (Adaptação). Acesso em: 12 fev. 2011.

A espécie química H–X apresenta um maior caráter iônico (43%) do que a espécie química H–Y (5%), portanto,

A) a ligação H–Y é mais polar do que a ligação H–X e por esse motivo, apresenta maior valor de Δ.
B) em uma amostra de um mol de H–X, num determinado instante, existem mais espécies iônicas do que em uma amostra de um mol de H–Y.
C) o momento de dipolo elétrico em uma espécie H–X é menos intenso do que em uma espécie H–Y.
D) o elevado caráter iônico da ligação H–X torna a densidade da nuvem eletrônica H–X mais uniforme do que a da espécie H–Y.
E) ambas as espécies apresentam coincidência dos centros de carga positiva e negativa.

GABARITO

Fixação

01. C
02. D
03. B
04. E
05. Soma = 02

Propostos

01. E
02. D
03. C
04. A
05. F V V F V
06. E
07. B
08 B
09. C
10. A
11. Soma = 26
12. B

Seção Enem

01. E
02. B

QUÍMICA

Hidrocarbonetos alifáticos

MÓDULO 05 FRENTE D

FUNÇÕES ORGÂNICAS

As substâncias orgânicas dividem-se em uma série de famílias diferentes, de acordo com suas propriedades químicas. Quando utilizamos o termo **função orgânica**, estamos nos referindo a um grupo de compostos com propriedades químicas parecidas. Essas semelhanças de reatividade química podem ser associadas ao fato de que os compostos pertencentes a uma determinada função orgânica apresentam também partes semelhantes em suas estruturas moleculares, que são denominadas **grupos funcionais**.

Uma classe muito importante de compostos orgânicos são os hidrocarbonetos.

Hidrocarbonetos são compostos orgânicos constituídos exclusivamente de carbono e de hidrogênio.

Existem diversas categorias de hidrocarbonetos com propriedades químicas muito diferentes. O esquema a seguir resume algumas dessas categorias.

Hidrocarbonetos	**Acíclicos**	Alcanos ou hidrocarbonetos parafínicos	Apresentam somente ligações C—C e C—H, não há ligações múltiplas.
		Alcenos ou hidrocarbonetos olefínicos	Possuem um grupo C═C, isto é, uma ligação dupla entre carbonos.
		Alcinos ou hidrocarbonetos acetilênicos	Possuem um grupo C≡C, ou seja, uma ligação tripla entre carbonos.
		Alcadienos ou dienos	Apresentam dois grupos C═C.
	Cíclicos	Cicloalcanos ou ciclanos	Apresentam somente ligações C—C e C—H e fechamento em ciclo.
		Cicloalcenos ou ciclenos	Possuem um grupo C═C e fechamento em ciclo.
		Arenos ou hidrocarbonetos aromáticos	Apresentam um anel com elétrons deslocalizados.

NOMENCLATURA OFICIAL (IUPAC) DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

No passado, os compostos orgânicos eram nomeados de maneira não sistemática. Com a descoberta de uma enorme quantidade desses compostos, foi necessária a criação de um sistema de nomenclatura, ou seja, uma **nomenclatura sistemática**. Em 1882, aconteceu em Genebra, na Suíça, uma reunião de químicos de toda parte para criar um sistema de nomenclatura universal. O conjunto de regras dessa reunião passou a ser conhecido como **Sistema de Nomenclatura IUPAC** – considerado o sistema oficial. As principais regras de nomenclatura serão discutidas à medida que se fizerem necessárias.

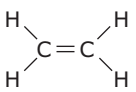
A nomenclatura IUPAC de compostos de cadeia carbônica não ramificada (normal) é formada por três partes:

Prefixo	Infixo	Sufixo
Número de carbonos na cadeia principal	Tipo de ligação entre carbonos	Função a que o composto pertence

Os dados a seguir indicam alguns prefixos, infixos e sufixos a serem trabalhados na Química Orgânica.

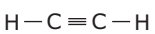
Nº de carbonos		Tipo de ligação	Funções
1 C → met	11 C → undec		
2 C → et	12 C → dodec		
3 C → prop	13 C → tridec		
4 C → but	15 C → pentadec	saturada → an	hidrocarbonetos → o
5 C → pent	20 C → icos	insaturadas entre carbonos:	
6 C → hex	30 C → triacont	1 dupla → en	
7 C → hept	40 C → tetracont	1 tripla → in	Existem vários outros sufixos indicando funções que serão estudadas posteriormente.
8 C → oct	50 C → pentacont	2 duplas → adien	
9 C → non	80 C → octacont	2 triplas → adiin	
10 C → dec	100 C → hect	1 dupla e 1 tripla → enin	
Se o composto for cíclico, receberá o prenome → ciclo			

Exemplos:



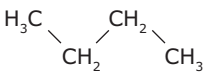
2 carbonos → et
1 ligação dupla → en
hidrocarboneto → o

eteno



2 carbonos → et
1 ligação tripla → in
hidrocarboneto → o

etino



4 carbonos → but
cadeia saturada → an
hidrocarboneto → o

butano

cadeia fechada → ciclo
5 carbonos → pent
1 ligação dupla → en
hidrocarboneto → o

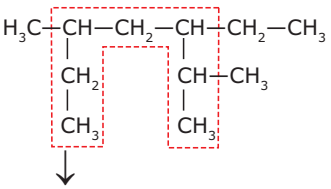
ciclopenteno

As nomenclaturas **etileno** e **acetileno** são também aceitas, respectivamente, para o eteno e para o etino.

Nomenclatura dos hidrocarbonetos alifáticos de cadeia ramificada

Escolha da cadeia principal

Escolhemos a cadeia principal de acordo com o seguinte critério: a maior cadeia carbônica possível contendo as insaturações. Havendo mais de uma possibilidade de cadeia principal, consideramos a que possuir o maior número de ramificações.

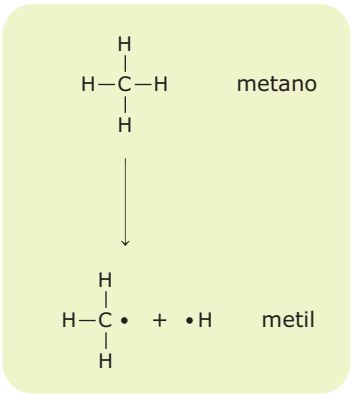


cadeia principal: a maior possível e com o maior número de ramificações.

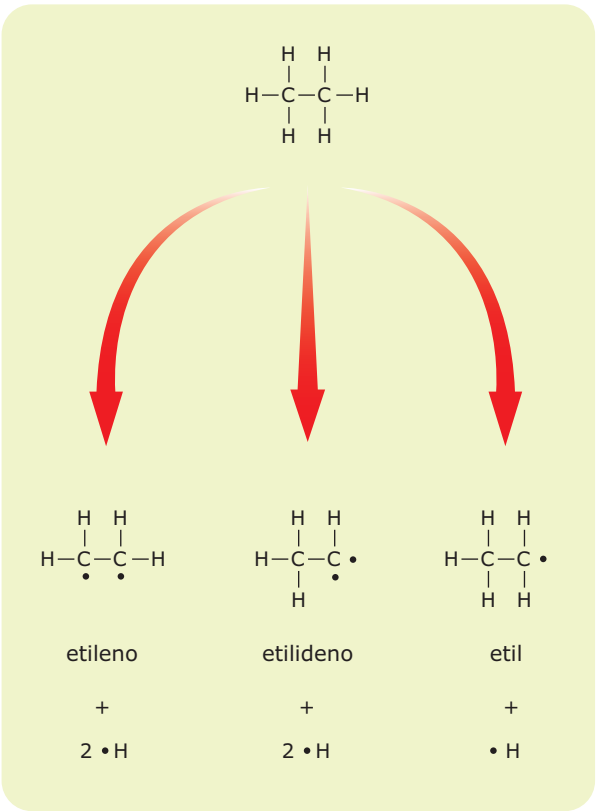
Ramificações

As partes hidrocarbônicas que ficam fora da cadeia principal são chamadas de **ramificações** ou **grupos orgânicos**. Os grupos orgânicos são nomeados de modo idêntico aos radicais livres originados a partir de hidrocarbonetos.

A seguir, são mostrados alguns desses radicais e seus nomes.

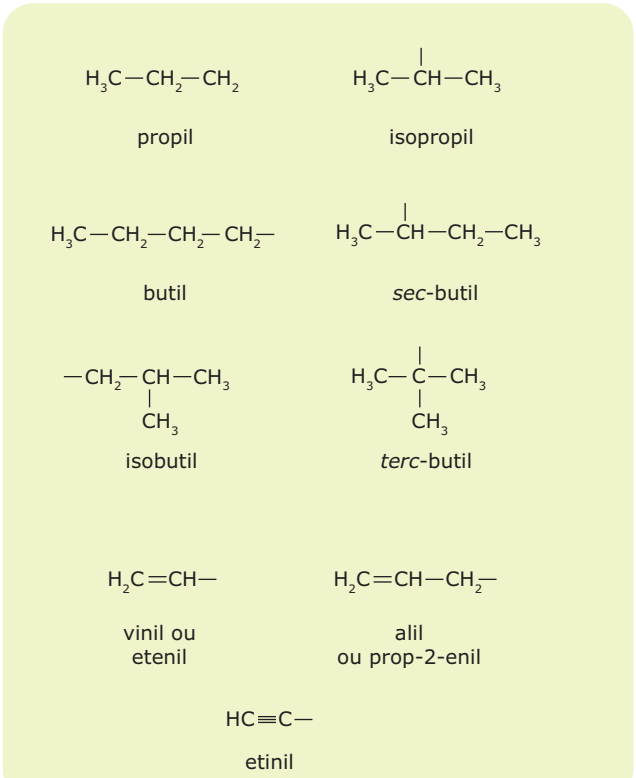


Utilizamos a terminação **–il** para indicar um radical monovalente.

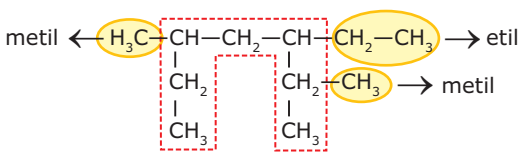


As terminações **–ilideno** e **–ileno** são empregadas para denominar radicais livres bivalentes.

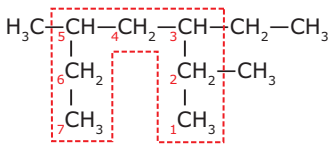
Outros radicais importantes



Considerando o exemplo anterior, podemos identificar alguns grupos orgânicos ligados à cadeia principal.



Numeramos agora a cadeia principal a partir da extremidade mais próxima da ramificação.



Ao construirmos a nomenclatura do composto, devemos citar primeiro os grupos orgânicos em **ordem alfabética**. Havendo mais de um grupo do mesmo tipo, colocamos os prefixos di, tri, tetra, penta e seus derivados, que não levamos em consideração para efeito da ordem alfabética. Os prefixos sec- e tert- (ou terc-) também não devem ser considerados para essa ordem. Após o nome dos grupos, citamos a cadeia principal.

Para o exemplo que vem sendo considerado, o nome é:

3-etil-2,5-dimetileptano

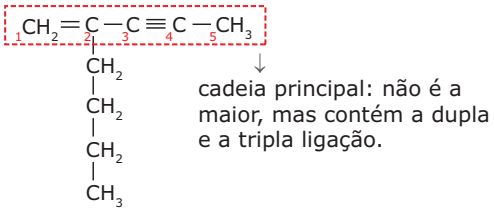
Como podemos notar, a letra "h" foi retirada do prefixo hept-. O mesmo ocorre com o prefixo hex-.

Cadeias insaturadas

No caso de cadeias insaturadas, a insaturação (dupla ou tripla) deve estar contida na cadeia principal. Em alguns casos, precisamos considerar uma cadeia principal menor para incluir uma insaturação. No caso da numeração, a ordem de prioridade é a seguinte:

dupla > tripla > grupos orgânicos

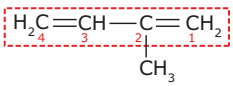
Exemplo:



2-butilpent-1-en-3-ino

Quando há empate das insaturações, consideramos a numeração a partir da extremidade mais próxima da ramificação.

Exemplo:

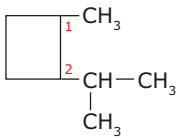


2-metilbuta-1,3-dieno

Hidrocarbonetos alicíclicos

Devemos numerar um anel, a partir da ramificação mais simples, no sentido horário ou anti-horário, de maneira a obter os menores números para essas ramificações. A ordem de citação das ramificações é idêntica àquela discutida para os hidrocarbonetos de cadeia aberta.

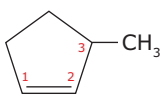
Exemplo:



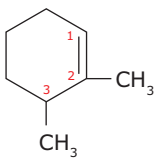
2-isopropil-1-metilciclobutano

No caso de ligação dupla em anel, os carbonos da dupla devem receber, obrigatoriamente, os números 1 e 2.

Exemplos:



3-metilciclopenteno



2,3-dimetilcicloexeno

PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DOS HIDROCARBONETOS ALIFÁTICOS

Os hidrocarbonetos possuem moléculas apolares ou praticamente apolares, já que as ligações entre carbonos são apolares e as ligações C—H, por sua vez, têm pouca polaridade. Dessa forma, as ligações intermoleculares mais importantes para tais compostos são as interações dipolo instantâneo-dipolo induzido (forças de London).

Alcanos de cadeia linear com até quatro carbonos são gasosos a 25 ºC e 1 atm; já os que apresentam de cinco a dezessete carbonos são líquidos e os com dezoito ou mais são sólidos nas mesmas condições. Os hidrocarbonetos são praticamente insolúveis em água e infinitamente miscíveis entre si.

Os compostos formados apenas por ligações C—H e C—C costumam ser pouco reativos, pois essas ligações são intensas. No caso da presença de ligações C═C e C≡C, a reatividade química é bem maior, especialmente nas reações de adição e de oxidação.

PETRÓLEO

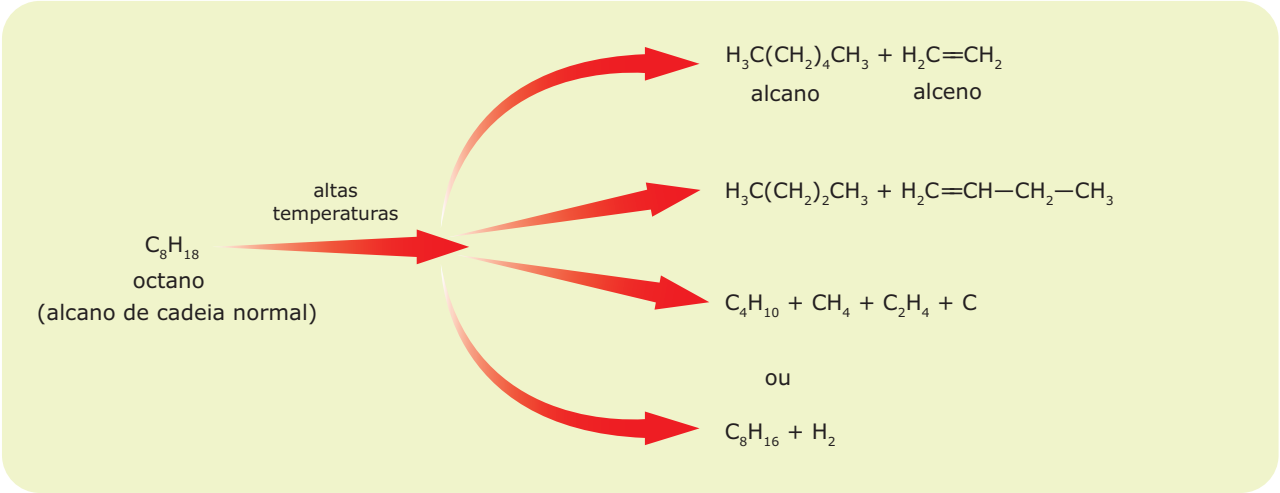
O petróleo é um óleo escuro formado por uma mistura complexa de substâncias, principalmente hidrocarbonetos. Entre eles, encontramos não apenas os alcanos, mas também alcenos e arenos. Aparecem também, na composição do petróleo, substâncias que contêm nitrogênio e enxofre. Os cientistas aceitam hoje em dia a teoria de que o petróleo tem origem fóssil. Nas refinarias, os componentes do óleo bruto são separados em frações pelo processo denominado destilação fracionada.

Fração	T_{eb} / ºC	Nº de átomos de C
Gás	< 20	C_1 – C_4
Éter de petróleo	20 – 100	C_5 – C_7
Gasolina natural	40 – 205	C_5 – C_{10} e alcanos cíclicos
Querosene	175 – 325	C_{12} – C_{18} e aromáticos
Óleo combustível	275 – 400	C_{12} – C_{25}
Óleo lubrificante	400 – 500	C_{25} – C_{35}
Asfalto	sólidos	Compostos policíclicos

Cada uma das frações do petróleo é ainda uma mistura complexa de hidrocarbonetos. A gasolina apresenta, em sua constituição, vários componentes, a maioria hidrocarbonetos, mas também compostos sulfurados que estão relacionados ao aparecimento de chuva ácida.

O petróleo também pode ser submetido a processos químicos como o craqueamento (ou *cracking*), um processo em que moléculas maiores são convertidas em outras menores por simples aquecimento ou aquecimento na presença de catalisadores.

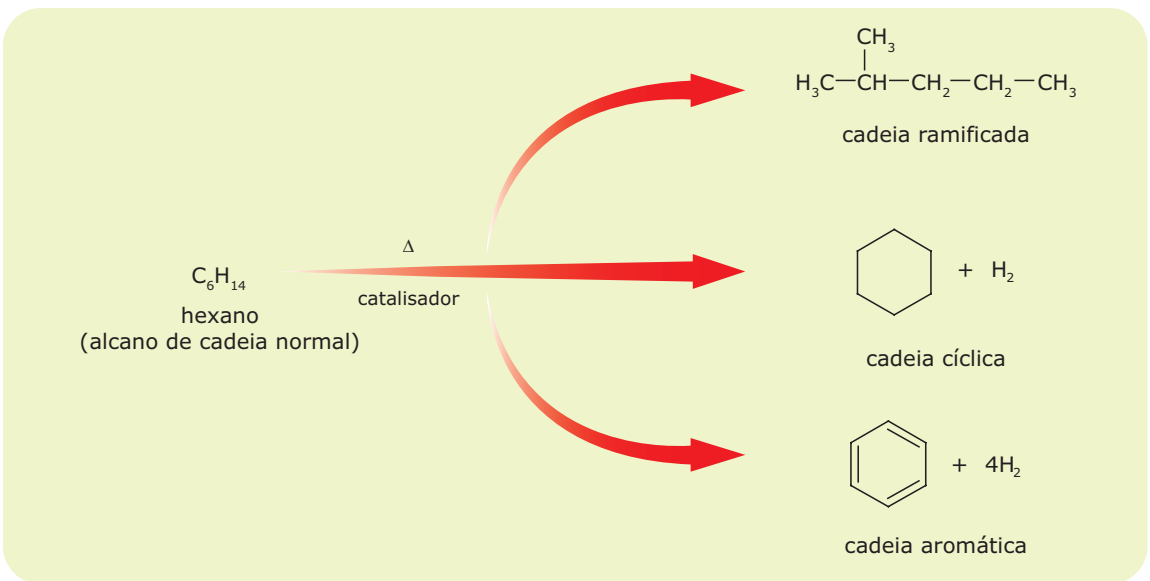
CRAQUEAMENTO



O craqueamento é um processo complexo, porque, nele, a quebra de um alcano de cadeia maior produz vários compostos de cadeias menores – alcanos, alcenos e até carbono e hidrogênio. Esse processo é usado para melhorar a qualidade da gasolina produzida por destilação fracionada e para obter matérias-primas importantes para a indústria, como o etileno, $H_2C{=}CH_2$, utilizado na fabricação de polímeros plásticos.

Outro processo químico importante é a reforma catalítica (*reforming*). Nesse caso, alcanos de cadeia normal são aquecidos na presença de catalisadores e originam outros hidrocarbonetos de cadeia ramificada, cíclicos ou mesmo aromáticos.

REFORMA CATALÍTICA



A reforma catalítica também permite melhorar o desempenho das gasolinas nos motores dos automóveis.

GÁS NATURAL

O gás natural é encontrado em bolsões no subsolo, associado ou não ao petróleo. Normalmente, o gás natural consiste em, pelo menos, 95% de hidrocarbonetos, sendo o restante constituído de nitrogênio, $N_{2(g)}$, gás carbônico, $CO_{2(g)}$ e, algumas vezes, sulfeto de hidrogênio, $H_2S_{(g)}$. O principal componente do gás natural é o metano, $CH_{4(g)}$, representando mais de 90% de seu volume.

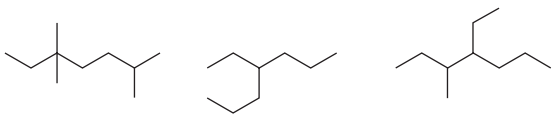
É importante não confundirmos o gás natural, que costuma ser denominado GNV (gás natural veicular), com o GLP (gás liquefeito de petróleo). Este último é formado por uma mistura de alcanos com predomínio daqueles que têm três ou quatro carbonos em suas moléculas.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01. Um alceno contendo 10 carbonos e um alcino contendo 9 carbonos em suas estruturas devem apresentar, respectivamente, um número de hidrogênios igual a

A) 10 e 9. C) 18 e 20. E) 16 e 18.
B) 20 e 18. D) 20 e 16.

02. (UFV-MG–2009) Assinale a alternativa que apresenta **CORRETAMENTE** os nomes sistemáticos para os compostos I, II e III, respectivamente.



I II III

A) 3,3,6-trimetileptano, 3-propilexano, 3-metil-4-metileptano
B) 2,5,5-trimetileptano, 4-etileptano, 4-etil-3-metileptano
C) 3,3,6-trimetileptano, 4-etileptano, 3-metil-4-metileptano
D) 2,5,5-trimetileptano, 3-propilexano, 4-etil-3-metileptano

03. Assinale a alternativa **INCORRETA**, com relação à nomenclatura não oficial (usual) dos principais hidrocarbonetos.

A) O eteno é denominado etileno.
B) O acetileno é o etino.
C) O propeno recebe o nome usual de propileno.
D) 2,2,4-trimetilpentano é o isopentano.

04. **FAÇA** a fórmula estrutural dos compostos:

A) 4-etil-5,5-dimetilex-1-ino.
B) 3-isopropilept-2-eno.

05. (PUC-Campinas-SP) O petróleo em chamas produz muito mais fumaça negra do que qualquer um de seus derivados utilizados como combustíveis de veículos – gasolina, querosene, óleo diesel. Isso porque o petróleo bruto apresenta, em maior proporção,

I. hidrocarbonetos de maior massa molar.
II. hidrocarbonetos de cadeias maiores e mais ramificadas.
III. compostos orgânicos oxigenados, nitrogenados e sulfurados.

Está **CORRETO** o que se afirma somente em

A) I. C) III. E) II e III.
B) II. D) I e II.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. Um alcano de cadeia alifática normal apresenta em sua estrutura 14 átomos de hidrogênio por molécula. O número de átomos de carbono existentes em uma molécula do alcano é igual a

A) 14. B) 10. C) 8. D) 7. E) 6.

02. **ESCREVA** as fórmulas estruturais e **DÊ** o nome de todos os alcinos de cadeia normal existentes que contêm 4 carbonos.

03. O gás metano é conhecido por biogás, gás dos pântanos ou gás do lixo, podendo ser obtido pela decomposição de matéria orgânica. Ele é o principal componente do gás natural, sendo utilizado atualmente como fonte de energia para veículos automotivos.
ESCREVA as fórmulas estrutural e eletrônica do metano.

04. O alceno de menor massa molar é o etileno, utilizado como matéria-prima para a produção de plástico (polietileno). **ESCREVA** a fórmula estrutural do etileno e **DÊ** o seu nome oficial.

05. (VUNESP) No 2-metilbutano existem

A) somente átomos de carbono primário.
B) 2 átomos de carbono primário e 3 átomos de carbono secundário.
C) 3 átomos de carbono primário, 1 átomo de carbono secundário e 1 átomo de carbono terciário.
D) 2 átomos de carbono primário, 2 átomos de carbono secundário e 1 átomo de carbono terciário.
E) 1 átomo de carbono primário, 2 átomos de carbono secundário e 2 átomos de carbono terciário.

06. (UEL-PR) A fórmula molecular do 2,3-dimetilbutano é

A) C_6H_{14}. C) C_6H_{10}. E) C_4H_8.
B) C_6H_{12}. D) C_4H_{10}.

07. (PUC Minas) Os compostos isopentano, neopentano e isobutano apresentam os seguintes números de carbonos, respectivamente:

A) 5, 5 e 4 C) 5, 6 e 4 E) 6, 6 e 5
B) 6, 6 e 4 D) 6, 4 e 5

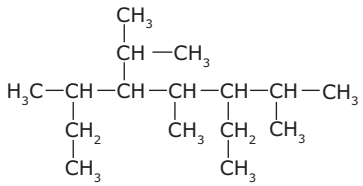
08. **DÊ** as fórmulas estruturais planas dos compostos a seguir:

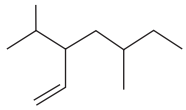
A) 3,4-dietil-2,3-dimetil-4-propiloctano
B) 2-etil-1,1-dimetilciclopentano

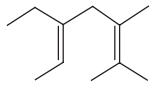
09. (PUC RS) O número de átomos de carbono quaternário, terciário, secundário e primário, existentes na fórmula estrutural do 3-etil-3,4-dimetil-1-hexeno, respectivamente, é

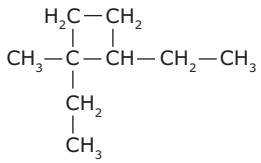
A) 1, 1, 3 e 5. C) 1, 2, 1 e 2. E) 4, 3, 2 e 1.
B) 1, 1, 4 e 5. D) 1, 2, 2 e 2.

10. **DÊ** o nome dos compostos a seguir:

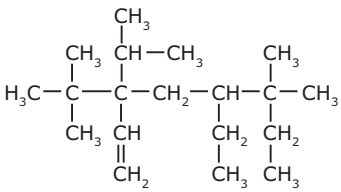
A) 

B) 

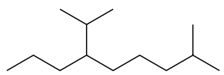
C) 

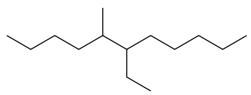
D) 

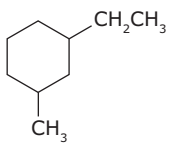
11. **DÊ** o nome oficial para o composto:

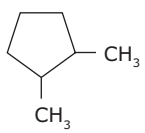


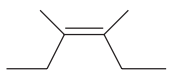
12. **DÊ** o nome sistemático dos seguintes compostos:

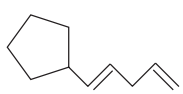
A) 

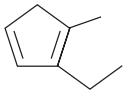
B) 

C) 

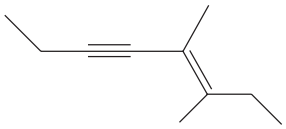
D) 

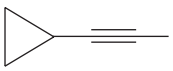
E) 

F) 

G) 

H)

I) 

J) 

13. **FORNEÇA** as fórmulas estruturais dos seguintes compostos:

A) 3-etilpentano

B) 3-etil-3-isopropil-2,5-dimetilexano

C) 5-butil-4-etil-4,6,6-trimetilnonano

D) 3-ciclopentil-3-etilexano

E) 2,2,4,4,5,7-hexametiloctano

F) isopropilciclopentano

G) 2,3-dimetilpent-2-eno

H) pent-1-eno

I) 4-metilpenta-1,3-dieno

J) 3-etil-4-metilcicloexeno

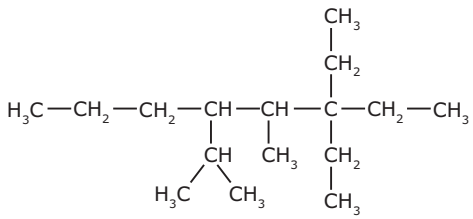
K) hex-1-ino

L) 3-metilpent-1-ino

M) 10-etil-9-metiltrideca-1,4,7,12-tetraino

N) 3-butil-4-propilexa-1,3-dien-5-ino

14. (Cesgranrio) Assinale a única afirmativa **CORRETA**, com relação ao composto que apresenta a estrutura a seguir:



O composto

A) é um alqueno.

B) apresenta um radical n-propila ligado ao carbono 4.

C) apresenta 2 radicais propila.

D) apresenta 3 radicais etila.

E) apresenta 2 radicais etila.

QUÍMICA

15. (Mackenzie-SP) A união dos radicais vinil e isobutil origina um composto cuja fórmula molecular é

A) C_6H_{10}.
B) C_6H_{12}.
C) C_6H_6.
D) C_6H_{14}.
E) C_5H_{12}.

16. **DÊ** o nome oficial do composto resultante da união dos radicais

A) vinil e isopropil.
B) isobutil e *sec*-butil.
C) *terc*-butil e isobutil.
D) vinil e isobutil.
E) *sec*-butil e n-propil.

17. (UFMG) O rótulo de um aerossol comercial para lubrificação e remoção de ferrugem contém estas informações:

Composição: óleos parafínicos (compostos de fórmula C_nH_{2n+2}) dissolvidos em hidrocarbonetos alifáticos; mistura de propano e butano, usada como gás propelente.

Informações úteis:

- Produto inofensivo para a camada de ozônio.
- Evite perfurar a lata, mesmo quando vazia.
- Evite usar perto de fogo.
- Lave as mãos, com água e sabão, após usar este produto.

Considerando-se essas informações, é **INCORRETO** afirmar que o aerossol

A) contém gases em alta pressão.
B) contém substâncias inflamáveis.
C) contém substâncias solúveis em água.
D) não contém clorofluorcarbonos.

18. (Mackenzie-SP) Líquido escuro formado por imenso número de compostos, encontrado na crosta terrestre, em geral sobre depósitos subterrâneos de água salgada, o que sugere a sua origem marinha.

Trata-se de

A) calcário.
B) petróleo.
C) gasolina.
D) xisto betuminoso.
E) álcool.

19. (UFJF-MG–2010) Leia, atentamente, as afirmativas a seguir:

I. O petróleo é um recurso natural renovável e esgotável, encontrado em jazidas que se formaram ao longo de milhões de anos, através de complexas transformações químicas que ocorreram com restos de organismos acumulados no fundo de antigos mares.

II. A importância do petróleo se deve ao fato de ele ser grande fonte de combustíveis e de matérias-primas industriais.

III. Além dos hidrocarbonetos, há, no petróleo, em pequenas quantidades, substâncias contendo nitrogênio, oxigênio e enxofre.

Marque a alternativa **CORRETA**.

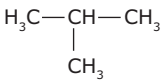
A) As afirmativas I e II são verdadeiras.
B) As afirmativas I e III são verdadeiras.
C) As afirmativas II e III são verdadeiras.
D) As afirmativas I , II e III são verdadeiras.
E) Apenas a afirmativa II é verdadeira.

20. Dentro dos conceitos existentes em Química Orgânica, é **INCORRETO** afirmar:

A) A figura geométrica que melhor representa a estrutura do metano é um tetraedro regular.

B) A fórmula geral dos alcenos é C_nH_{2n}.

C) A estrutura a seguir classifica-se como alcano de cadeia saturada e alicíclica.



D) Não existe o composto 2-metil-2-pentino.

E) O 2-metilbutano não apresenta átomos de carbono assimétrico.

SEÇÃO ENEM

01. O vazamento de petróleo da Refinaria Duque de Caxias, o maior acidente ecológico da história brasileira, faz surgir um novo tipo de atividade no mangue. Todos se lançam em meio à lama negra em busca de animais vivos ou mortos. A Petrobras paga por eles de R$ 5,00 a R$ 10,00.

JORNAL DA COMUNIDADE, 27 jan. de 2000.

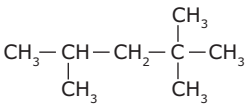
CERINO. *Jornal da Comunidade*, 27 jan. de 2000.

Com base no texto, na charge e em conhecimentos químicos, na situação em questão

A) os animais resgatados com vida, bem como o corpo das mulheres que faziam *top less*, podem ser limpos com água, pois a água é miscível em óleo.

B) o óleo é menos denso do que a água e por isso flutua sobre a mesma. Um dos métodos utilizados para tirar o excesso de óleo consiste em isolar a mancha com protetores infláveis e aspirar a camada superficial. No entanto, o isolamento do óleo da água do mar pode ser realizado por decantação ou por filtração.

C) o petróleo é uma mistura homogênea de uma série de compostos orgânicos, entre eles o iso-octano, um dos mais importantes componentes da gasolina:



Sua cadeia carbônica é aberta, saturada, homogênea e ramificada e o seu nome oficial é 2,2,4-metil-pentano.

D) a molécula de iso-octano é formada por um carbono quaternário, um terciário, um secundário e cinco carbonos primários, todos tetragonais planos.

E) por causa da demora na tomada de providências para diminuir a mancha de óleo na Baía de Guanabara, os componentes desse óleo receberam energia térmica do Sol e uma parte desses componentes acabou sofrendo vaporização espontânea.

02. A relativa biodegradabilidade dos hidrocarbonetos tem sido reportada (em ordem de decréscimo de degradabilidade): alcanos lineares (C_{10} a C_{19}), gases (C_2 a C_4), alcanos (C_5 a C_9), alcanos ramificados com até 12 carbonos, alcenos (C_3 a C_{11}), alcenos ramificados, aromáticos e cicloalcanos.

Disponível em: <http://www.ct.ufes.br/ppgea/files/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf.>. Acesso em: 14 fev. 2011

Um posto de combustíveis apresentou um vazamento de gasolina que contaminou o solo de suas imediações. Com o objetivo de biorremediar os danos ambientais provocados por infiltração do combustível no solo, foram utilizados micro-organismos – bactérias e fungos – que digerem o material contaminante quebrando as moléculas dos hidrocarbonetos transformando-os em substâncias presentes na natureza: água e gás carbônico.

Dos componentes da gasolina, o que sofrerá degradação mais rapidamente está representado em:

A) C_3H_4

B) C_3H_6

C) $C_{10}H_8$

D) CH_4

E) C_7H_{16}

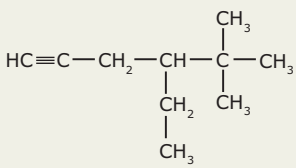
GABARITO

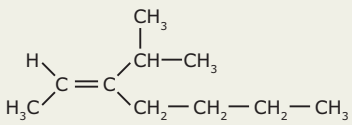
Fixação

01. D

02. B

03. D

04. A) 

B) 

05. D

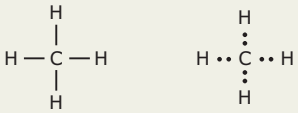
Propostos

01. E

02. but-1-ino ⇒ $HC{\equiv}C{-}CH_2{-}CH_3$

but-2-ino ⇒ $CH_3{-}C{\equiv}C{-}CH_3$

03.



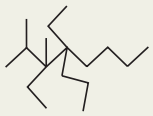
04. Eteno ⇒ $CH_2{=}CH_2$

05. C

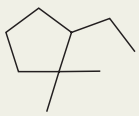
06. A

07. A

08. A)



B)



09. A

10. A) 3-etil-5-isopropil-2,4,6-trimetiloctano

B) 3-isopropil-5-metilept-1-eno

C) 5-etil-2,3-dimetilepta-2,5-dieno

D) 1,2-dietil-1-metilciclobutano

11. 3-*t*-butil-5-etil-3-isopropil-6,6-dimetiloct-1-eno

12. A) 6-isopropil-2-metilnonano

B) 6-etil-5-metilundecano

C) 3-etil-1-metilcicloexano

D) 1,2-dimetilciclopentano

E) 3,4-dimetilex-3-eno

F) 1-ciclopentilpenta-1,4-dieno

G) 2-etil-1-metilciclopenta-1,3-dieno

H) oct-4-ino

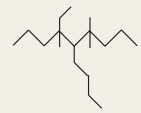
I) 3,4-dimetiloct-3-en-5-ino

J) 1-ciclopropilprop-1-ino

13. A)

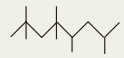
B)

C)



D)

E)



F)

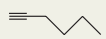
G)

H)

I)

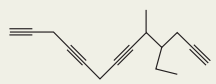
J)

K)

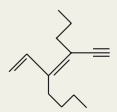


L)

M)



N)



14. E

15. B

16. A) 3-metilbut-1-eno

B) 2,4-dimetilexano

C) 2,2,4-trimetilpentano

D) 4-metilpent-1-eno

E) 3-metilexano

17. C

18. B

19. C

20. C

Seção Enem

01. E 02. E

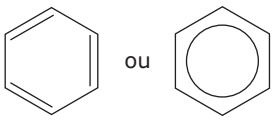
QUÍMICA

Compostos aromáticos

MÓDULO 06 FRENTE D

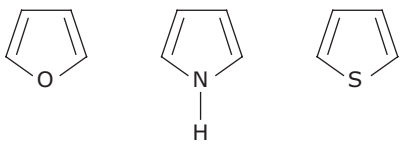
AROMATICIDADE

Aromaticidade é a estabilidade especial dos compostos devido à conjugação cíclica de ressonância. Esses compostos se assemelham ao benzeno.

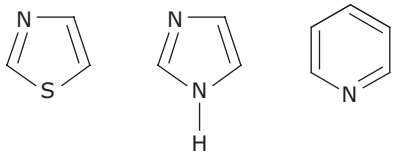


O conceito de composto aromático é estendido além dos diversos derivados do benzeno (fenol, anilina, ácido benzoico, etc.), como ocorre com os derivados do antraceno, naftaleno e fenantreno, que apresentam núcleos benzênicos conjugados.

Exemplos de compostos aromáticos heterocíclicos:

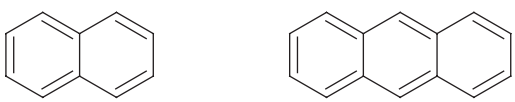


furano **pirrol** **tioreno**



tiasol **imidazol** **piridina**

Exemplos de compostos aromáticos homocíclicos:



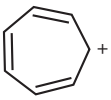
naftaleno **antraceno**

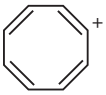
Além dos compostos que contêm anéis benzênicos, outras substâncias recebem a designação de aromáticas; contudo, algumas delas, aparentemente, têm pouca semelhança com o benzeno.

As principais características dos compostos aromáticos são: moléculas cíclicas, alto grau de insaturação, excepcional estabilidade (baixos calores de hidrogenação e de combustão), geometria molecular plana, nuvens cíclicas de elétrons π deslocalizados abaixo e acima do plano da molécula, etc.

Para saber se uma cadeia homocíclica, contendo ligações π, é ou não aromática, usamos a **Regra de Hückel***, baseada na mecânica quântica. Segundo essa regra, "todos os compostos cíclicos planos ou quase planos, com 4n + 2 elétrons π alternados, sendo 'n' um número inteiro, terão caráter aromático".

Exemplos:

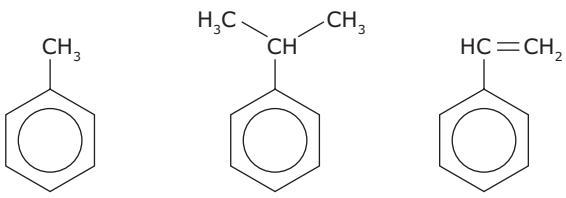
ciclobutadieno	cátion cicloeptatrienilo
	
nº de e⁻ π = 4n + 2 4n + 2 = 4 4n = 2 n = 1/2 não é aromático	nº de e⁻ π = 4n + 2 4n + 2 = 6 4n = 4 n = 1 composto aromático

cátion ciclopentadienilo	cátion ciclo-octatetraeno
	
nº de e⁻ π = 4n + 2 4n + 2 = 4 4n = 2 n = 1/2 não é aromático	nº de e⁻ π = 4n + 2 4n + 2 = 8 4n = 6 n = 3/2 não é aromático

NOMENCLATURA DOS ARENOS

Para hidrocarbonetos aromáticos derivados do benzeno, a nomenclatura é feita da seguinte maneira: utilizamos benzeno como nome de origem e os substituintes como prefixos.

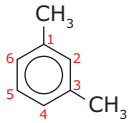
Exemplos:



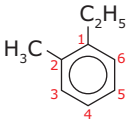
metilbenzeno ou tolueno **isopropilbenzeno ou cumeno** **vinilbenzeno ou estireno**

**Erich Hückel, do Instituto de Física Teórica de Stuttgart*

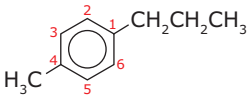
Quando dois ou mais substituintes estão presentes, suas posições relativas podem ser indicadas pelos prefixos orto-, meta- e para- (abreviados por o-, m- e p-) ou por meio de números.



1,3-dimetilbenzeno; *m*-dimetilbenzeno ou *m*-xileno



1-etil-2-metilbenzeno ou *o*-etilmetilbenzeno

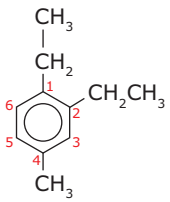


4-metil-1-propilbenzeno ou *p*-metilpropilbenzeno

A correspondência entre números e prefixos é mostrada a seguir:

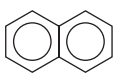
Números	Prefixos
1,2	orto-
1,3	meta-
1,4	para-

Se mais de dois grupos estão presentes, indicamos suas posições somente por números. Nesse caso, não é possível utilizar os prefixos orto-, meta- e para-.

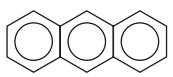


1,2-dietil-4-metilbenzeno

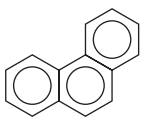
Os hidrocarbonetos aromáticos **benzenoides** possuem moléculas que podem ser consideradas como dois ou mais anéis benzênicos condensados.



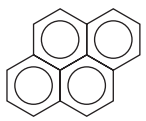
$C_{10}H_8$
naftaleno



$C_{14}H_{10}$
antraceno

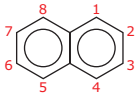


$C_{14}H_{10}$
fenantreno

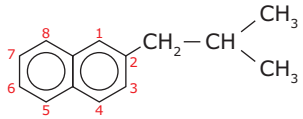


$C_{16}H_{10}$
pireno

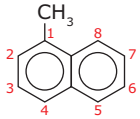
Para derivados do naftaleno, utilizamos a seguinte numeração:



Em derivados monossubstituídos do naftaleno, podemos utilizar os prefixos α e β para indicar a posição relativa de um grupo em vez de números.



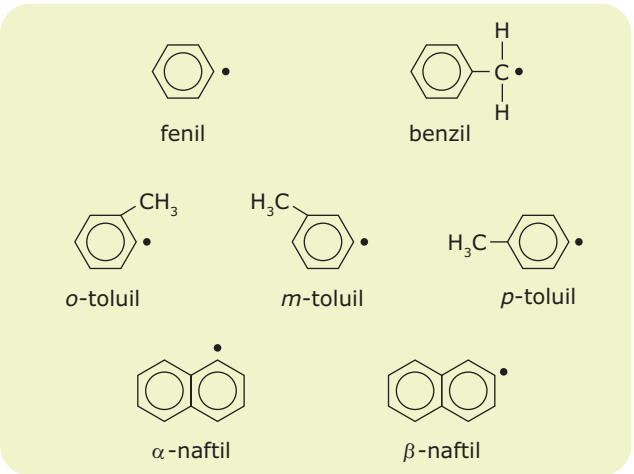
2-isobutilnaftaleno ou β-isobutilnaftaleno



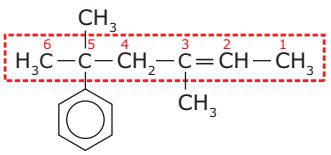
1-metilnaftaleno ou α-metilnaftaleno

Em algumas situações, precisamos considerar a parte aromática da molécula como ramificação e o restante como cadeia principal. Nesses casos, utilizamos as denominações dos grupos ou radicais orgânicos aromáticos.

Radicais aromáticos



No exemplo a seguir, consideramos a cadeia alifática como a principal, por ser mais complexa.



5-fenil-3,5-dimetilex-2-eno

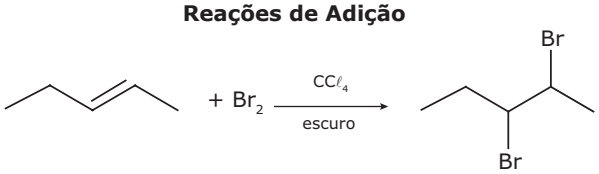
O radical orgânico em que a valência livre está em um carbono sp^3 é frequentemente chamado de radical **alquila**, e aquele cuja valência livre se situa em um carbono sp^2 aromático é denominado **arila**.

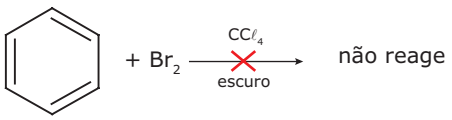
ATENÇÃO! O grupo ou radical benzil não se origina da saída de um hidrogênio do benzeno, mas da saída do grupo metil do tolueno.

PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DOS HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS

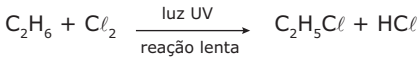
Em termos de propriedades físicas comuns, como ponto de fusão, ponto de ebulição, densidade e solubilidade, os arenos são muito semelhantes a outros hidrocarbonetos. Entretanto, quando comparamos as propriedades químicas, notamos que os arenos são menos reativos em relação a hidrocarbonetos que são também insaturados, porém alifáticos. Os arenos não sofrem reações de adição ou oxidação tão facilmente quanto os alcenos e alcinos.

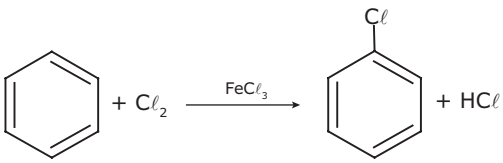
Reações de Adição





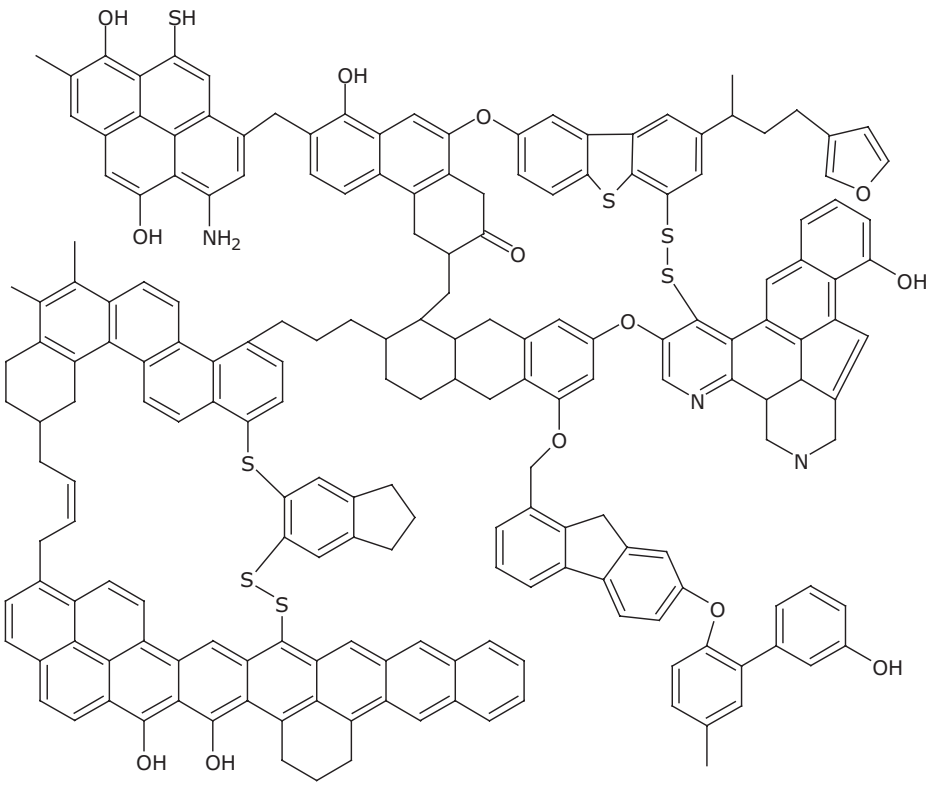
Reações de Substituição



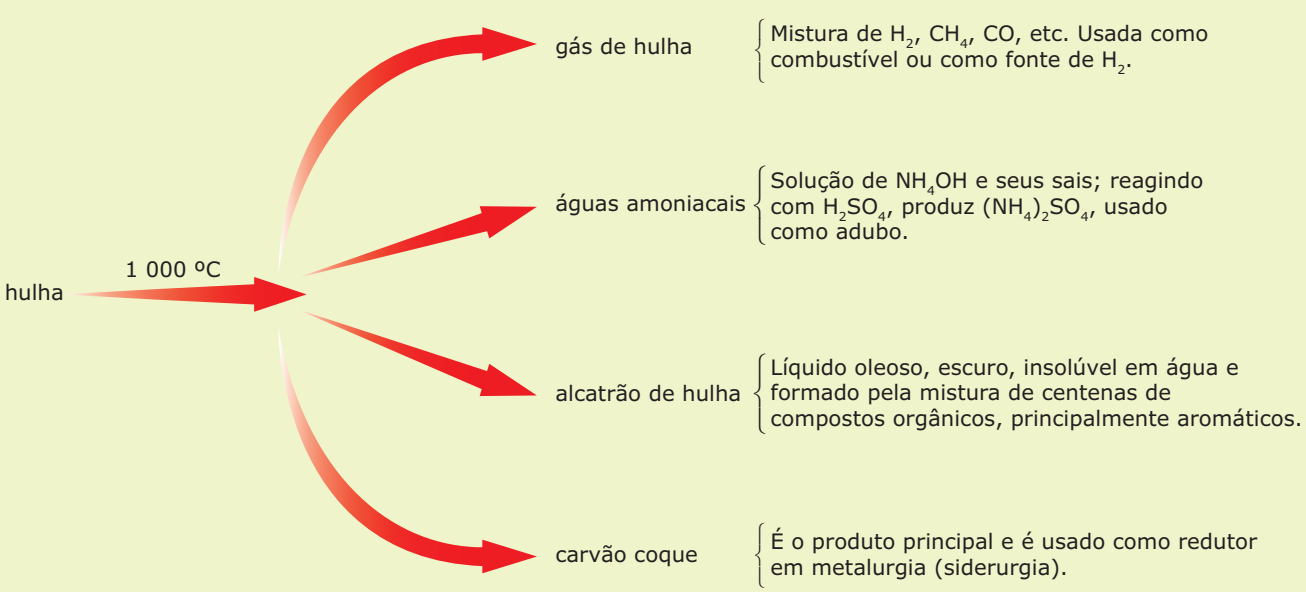


ALCATRÃO DA HULHA

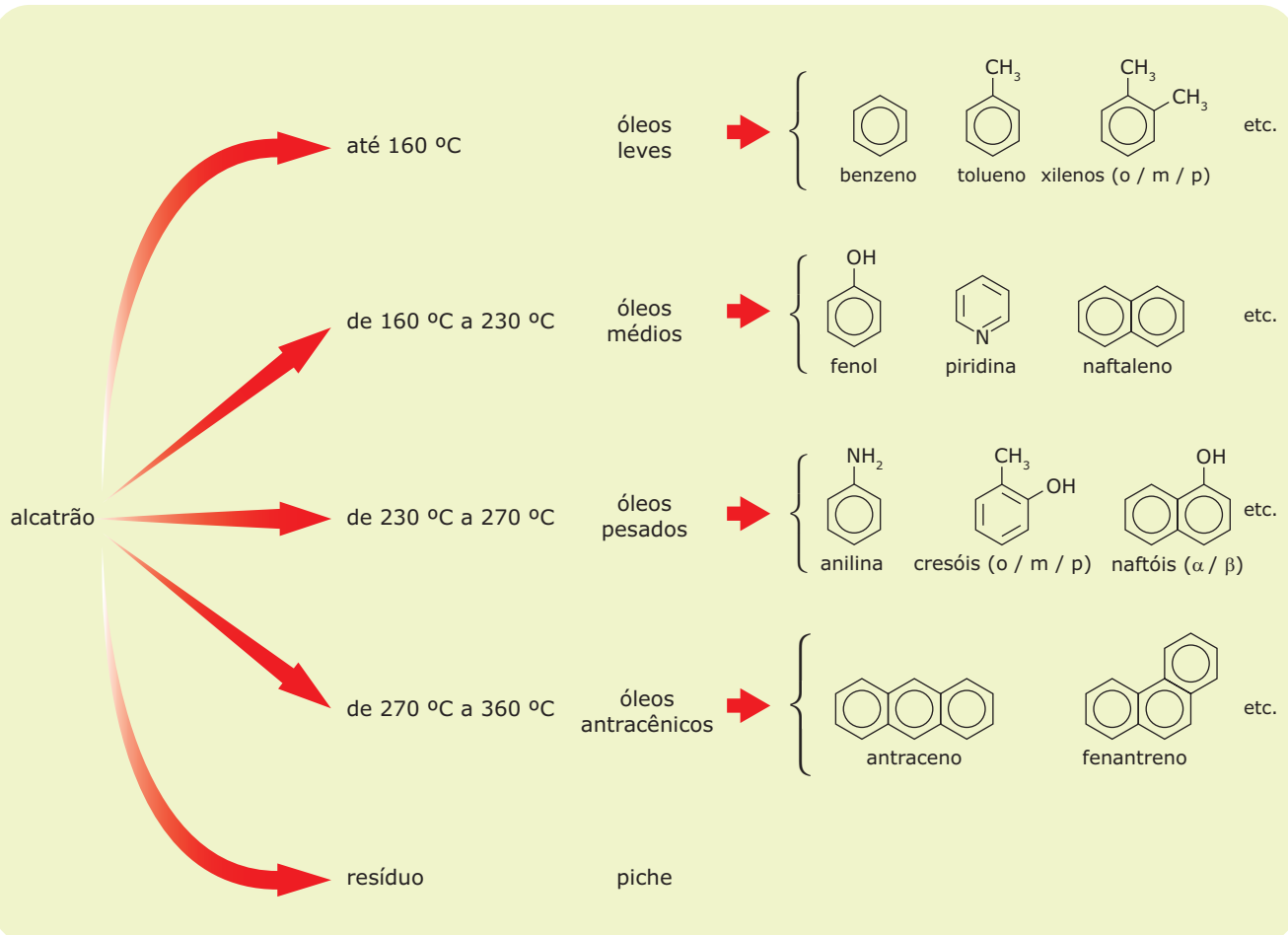
O alcatrão da hulha é uma importante fração obtida da **destilação seca** ou **pirólise** de um tipo de carvão mineral, a hulha ou carvão de pedra (80 a 90% de C). A hulha é formada por uma mistura complexa de moléculas orgânicas, constituídas predominantemente de estruturas aromáticas policíclicas, como mostrado a seguir:



Depois de extraída, a hulha é aquecida na ausência de ar, para não pegar fogo, no processo de **destilação seca**. Resultam então quatro frações:

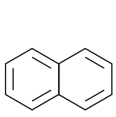

hulha
1 000 ºC
gás de hulha
Mistura de H_2, CH_4, CO, etc. Usada como combustível ou como fonte de H_2.
águas amoniacais
Solução de NH_4OH e seus sais; reagindo com H_2SO_4, produz $(NH_4)_2SO_4$, usado como adubo.
alcatrão de hulha
Líquido oleoso, escuro, insolúvel em água e formado pela mistura de centenas de compostos orgânicos, principalmente aromáticos.
carvão coque
É o produto principal e é usado como redutor em metalurgia (siderurgia).

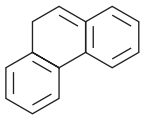
O alcatrão da hulha obtido no processo anterior é submetido à **destilação fracionada** e produz as seguintes frações:



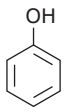
EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01. (UFPE) Segundo as estruturas dos compostos descritos a seguir, quais deles não são aromáticos?


naftaleno


fenantreno

benzeno



fenol

cicloexeno

ciclobuteno

A) Naftaleno e fenantreno
B) Cicloexeno e ciclobuteno
C) Benzeno e fenantreno
D) Ciclobuteno e fenol
E) Cicloexeno e benzeno

02. (UFRGS) Em 1863, a síntese da alizarina, corante azulado conhecido como anil, trouxe ao alcatrão da hulha, até então considerado como resíduo indesejável de indústrias de aço, grande importância como fonte de compostos orgânicos. A importância do alcatrão da hulha na química orgânica deve-se ao fato de ser constituído, principalmente, de substâncias com cadeia carbônica do mesmo tipo que a do

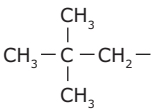
A) hexano.
B) cicloexano.
C) éter etílico.
D) propeno.
E) naftaleno.

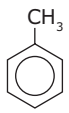
03. Com relação aos compostos orgânicos, assinale a alternativa **INCORRETA**.

A) O 2-metil-2-hexeno é um composto de cadeia aberta, ramificada, insaturada com uma única ligação pi (π).
B) O 3-etil-2,3-dimetilpentano possui 3 carbonos terciários.
C) Todo dimetilbenzeno pode ser chamado de xileno.
D) Todo hidrocarboneto para ser ramificado deve possuir carbonos terciários e / ou quaternários.
E) O menor hidrocarboneto saturado que possui um carbono terciário e dois carbonos quaternários possui fórmula geral C_nH_{2n}.

04. O petróleo é constituído, principalmente, de hidrocarbonetos, substâncias orgânicas formadas apenas por átomos de carbono e hidrogênio. Sabe-se também que, após a separação (refino) dos constituintes do petróleo, obtemos frações como querosene, gasolina, óleo diesel e outras. A respeito dos hidrocarbonetos e do petróleo, é **INCORRETO** afirmar:

A) Os alcanos possuem fórmula geral C_nH_{2n-2} .

B) O isoctano,  , cuja nomenclatura oficial é 2,2,4-trimetilpentano, apresenta cadeia aberta e saturada.

C) No tolueno  , existem oito átomos de hidrogênio.

D) Os alcanos (ou parafinas) são insolúveis em água e muito solúveis no benzeno.

05. **ESCREVA** as fórmulas estruturais planas dos seguintes compostos:

A) 1,3,5-trimetilbenzeno
B) *p*-dietilbenzeno
C) α-isobutilnaftaleno

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

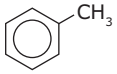
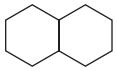
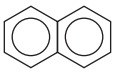
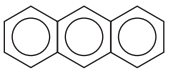
01. (UFRGS) As entalpias de hidrogenação do benzeno são:

ΔH (kJ.mol^{-1})	
Calculado	Observado
–358,8	–208,2

Sabendo-se que o calor de hidrogenação do cicloexeno é de –119,5 kJ.mol^{-1}, a justificativa para a diferença entre os valores calculado e observado do benzeno se dá pela

A) associação de moléculas.
B) indução de cargas.
C) instabilidade da molécula.
D) conjugação de ligações.
E) reatividade de espécies.

02. (PUC Minas) O composto vendido no comércio com o nome de naftalina tem fórmula

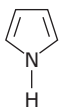
A)
B) 
C) 
D) 
E) 

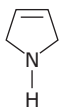
03. (UFPI–2010) A aromaticidade é uma importante propriedade relacionada com a estabilidade dos compostos orgânicos. Os compostos aromáticos apresentam algumas características estruturais que lhes conferem estabilidade. Observe as estruturas dos compostos adiante.

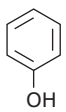
piridina

pirano

furano


pirrol


2H-pirrolina


fenol

ciclo-octatetraeno

Pode-se concluir que

A) todos são aromáticos.
B) apenas fenol, pirano e piridina são aromáticos.
C) apenas furano, piridina e pirrol são aromáticos.
D) apenas furano, pirano, piridina e pirrol são aromáticos.
E) apenas fenol, furano, pirrol e piridina são aromáticos.

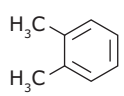
04. (FGV-SP) A destilação de hulha produz uma série de compostos, um dos quais é um hidrocarboneto de massa molar 78 $g.mol^{-1}$. Considerando-se que as massas molares do carbono, do hidrogênio e do oxigênio são, respectivamente, 12, 1 e 16 $g.mol^{-1}$, concluímos que esse hidrocarboneto é

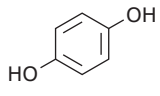
A) hexeno.
B) benzeno.
C) pentano.
D) ciclopentano.
E) hexano.

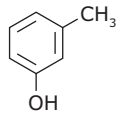
05. (UEMG) O hidrocarboneto de nome vulgar metil-etil-fenil-metano tem que nome oficial ou IUPAC?

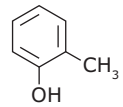
A) *Sec*-butilbenzeno
B) n-butilbenzeno
C) *Terc*-butilbenzeno
D) Isobutilbenzeno
E) Etiltolueno

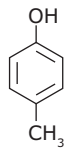
06. (UFOP-MG) Considere a série de compostos aromáticos indicados de I a VI.

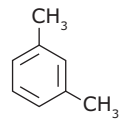

I


IV


II


V


III


VI

São nomeadas, utilizando o prefixo meta e para, respectivamente, as substâncias do par

A) I e IV.
B) II e IV.
C) III e V.
D) VI e II.

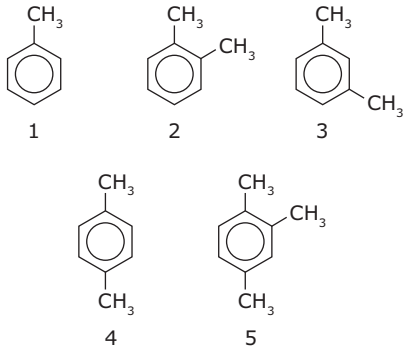
07. Assinale a alternativa que apresenta um composto em que todos os carbonos possuem hibridização sp^3.

A) Etileno
B) Benzeno
C) Acetileno
D) Aleno
E) Isobutano

08. (UEL-PR–2006) Uma alternativa para os catalisadores de células a combustíveis são os polímeros condutores, que pertencem a uma classe de novos materiais com propriedades elétricas, magnéticas e ópticas. Esses polímeros são compostos formados por cadeias contendo ligações duplas conjugadas que permitem o fluxo de elétrons. Assinale a alternativa na qual ambas as substâncias químicas apresentam ligações duplas conjugadas.

A) Propanodieno e metil-1,3-butadieno
B) Propanodieno e ciclopenteno
C) Ciclopenteno e metil-1,3-butadieno
D) Benzeno e ciclopenteno
E) Benzeno e metil-1,3-butadieno

09. (UFPR) Entre os hidrocarbonetos cujas fórmulas são aqui apresentadas, qual daria somente um composto se substituíssemos apenas um dos átomos de hidrogênio do anel?

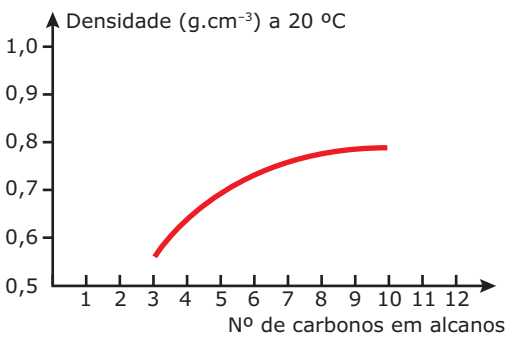


A) 1 C) 3 E) 5
B) 2 D) 4

10. No rótulo de um solvente comercial, há indicação de que ele contém apenas hidrocarbonetos alifáticos. A partir dessa informação, conclui-se que esse solvente **NÃO** deverá conter

A) tolueno. D) cicloexano.
B) n-hexano. E) 2-penteno.
C) heptano.

11. (Mackenzie-SP)



Observando-se o gráfico anterior, e sabendo-se que os alcanos são hidrocarbonetos insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos apolares, é **INCORRETO** afirmar que

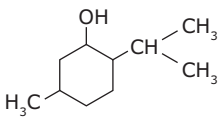
Dado: $\rho_{água} = 1\ g.mL^{-1}$

A) a gasolina é menos densa que a água.
B) o metano é insolúvel em água por ser uma molécula apolar, enquanto a água é polar.
C) um incêndio causado pela combustão de gasolina cessa instantaneamente, se for apagado com água.
D) a densidade do n-butano é menor do que a do n-decano.
E) os alcanos são solúveis em éter ou benzeno.

12. (ITA-SP) Qual das alternativas a seguir apresenta o material com maior concentração de carbono?

A) Negro de fumo D) Piche
B) Carvão E) Óleo diesel
C) Alcatrão

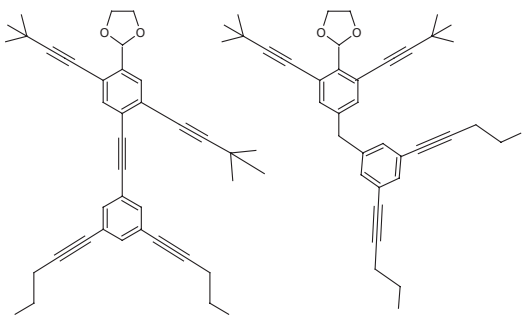
13. (UFLA-MG) O "mentol", molécula que confere o sabor de menta a produtos alimentícios, apresenta a seguinte fórmula estrutural:



Com base na estrutura anterior, podemos dizer que esse composto

A) possui ramificações metila e isobutila.
B) possui todos os carbonos hibridizados sp^2.
C) apresenta a fórmula molecular $C_{10}H_{20}O$.
D) apresenta cadeia carbônica aromática.

14. (UFRGS–2009) Os compostos apresentados a seguir foram sintetizados pela primeira vez em 2003. Os nomes que eles receberam, nanogaroto e nanobailarino, se devem ao fato de suas estruturas lembrarem a forma humana e de suas distâncias longitudinais estarem na escala nanométrica (–2 nm).



Nanogaroto Nanobailarino

Considere as seguintes afirmações a respeito desses compostos.

I. Ambos os compostos apresentam dois anéis aromáticos trissubstituídos.
II. Em cada um dos compostos, a cabeça é representada por um anel heterocíclico; as mãos, por grupos *terc*-butila.
III. A diferença entre os dois compostos reside na geometria do(s) carbono(s) entre os anéis aromáticos, que é linear no nanogaroto e trigonal plana no nanobailarino.

Quais estão **CORRETAS**?

A) Apenas I D) Apenas I e II
B) Apenas II E) Apenas II e III
C) Apenas III

SEÇÃO ENEM

01. Entre os compostos orgânicos considerados agentes cancerígenos, encontramos os hidrocarbonetos e seus derivados. A absorção desse tipo de composto no corpo, por contato com a pele, por ingestão oral e por inalação de seus vapores, promove alterações metabólicas, entre elas a diminuição da quantidade de leucócitos, a leucopenia, e o câncer.

O benzopireno é um dos agentes cancerígenos mais potentes. Ele pode ser obtido na combustão da hulha, do carvão em churrasco – carnes grelhadas são contaminadas por essa combustão – e do tabaco – a fumaça rica em benzopireno provoca o câncer de boca e laringe.

Outro hidrocarboneto aromático prejudicial à saúde humana é o benzeno. A determinação do grau de intoxicação por benzeno é feita pela medida da concentração de fenol (C_6H_5OH) na urina.

A cola de sapateiro possui um hidrocarboneto aromático, o tolueno, que também produz efeitos semelhantes aos das bebidas alcoólicas, podendo levar uma pessoa ao estado de coma e até à morte.

Com base no texto, pode-se afirmar que

A) todos os hidrocarbonetos são agentes cancerígenos.

B) os hidrocarbonetos aromáticos efetuam o fenômeno da ressonância, aumentando a estabilidade do anel e diminuindo o comprimento das ligações π do mesmo.

C) entre os hidrocarbonetos citados no texto, o único que possui caráter ácido é o fenol.

D) todos os hidrocarbonetos citados no texto são aromáticos.

E) o tolueno apresenta o nome sistemático dimetilbenzeno.

02. O Grau API é uma escala hidrométrica criada pelo American Petroleum Institute (API). Ela é utilizada para medir a densidade relativa de óleos e derivados, e como o petróleo se trata de um óleo viscoso, podemos usá-la para classificá-lo. A escala API é medida em graus e permite definir o petróleo como:

- Petróleo leve: Possui °API maior que 30, constituído basicamente de alcanos, e uma porcentagem de 15 a 25% de cicloalcanos.
- Petróleo médio: Grau °API de 22 a 30. Além de alcanos, contém de 25 a 30% de hidrocarbonetos aromáticos.
- Petróleo pesado: Possui °API menor que 22 e é composto só de hidrocarbonetos aromáticos.
- Petróleo extrapesado: Possui °API menor que 10, é constituído de hidrocarbonetos de cadeia longa (superior ao pentano).

Disponível em: <http://www.mundoeducacao.com.br/quimica/densidade-petroleo.htm>. Acesso em: 08 dez. 2010.

A qualidade do óleo encontrado nas reservas do Pré-sal brasileiro é de alta qualidade, pois apresenta densidade de 28,5 ºAPI, baixa acidez e baixo teor de enxofre. São componentes do petróleo encontrado nas reservas de Pré-sal brasileira

A) C_4H_6 e $C_{10}H_8$.

B) C_5H_{12} e $C_{10}H_8$.

C) C_6H_{10} e C_6H_6.

D) C_7H_9 e $C_{10}H_8$.

E) C_7H_{14} e $C_{10}H_{22}$.

GABARITO

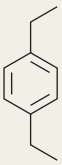
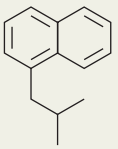
Fixação

01. B

02. E

03. B

04. A

05. A) B)  C) 

Propostos

01. D
02. D
03. E
04. B
05. A
06. B
07. E
08. E
09. D
10. A
11. C
12. A
13. C
14. B

Seção Enem

01. D

02. B

QUÍMICA

Álcoois, fenóis e éteres

MÓDULO 07 FRENTE D

Álcoois, fenóis e éteres podem ser considerados, sob o ponto de vista teórico, como derivados da água. Isso quer dizer que eles são estruturalmente semelhantes a ela, mas não podem ser necessariamente obtidos a partir dela. Para formar um álcool, podemos trocar um hidrogênio da molécula de água por um radical em que a valência livre esteja em um carbono sp^3. Para obtermos um fenol, substituímos, também, um hidrogênio da água, porém, por radical aromático. No caso de um éter, os dois hidrogênios dessa molécula devem ser substituídos por radicais orgânicos alifáticos e / ou aromáticos.

ÁLCOOIS

Compostos que possuem como grupo funcional a hidroxila (—OH) ligada diretamente a um carbono saturado. Os álcoois podem ser considerados compostos derivados dos hidrocarbonetos pela substituição de um ou mais hidrogênios por grupamentos hidroxila.

Classificação dos álcoois

Os álcoois podem ser classificados em:

A) Quanto ao número de hidroxilas

- Monoálcool: Possui apenas um grupamento hidroxila em sua cadeia carbônica.
- Diálcool (glicol): Possui dois grupamentos hidroxila em sua cadeia carbônica.
- Triálcool: Possui três grupamentos hidroxila em sua cadeia carbônica.
- Poliálcool: Possui mais de três grupamentos hidroxila em sua cadeia carbônica.

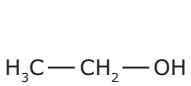
B) Quanto ao tipo de carbono a que a hidroxila encontra-se ligada

- Primários: A hidroxila está ligada a um carbono primário.
- Secundários: A hidroxila está ligada a um carbono secundário.
- Terciários: A hidroxila está ligada a um carbono terciário.

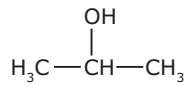
Nomenclatura IUPAC

A nomenclatura de um álcool é formada substituindo-se a terminação **-o** do hidrocarboneto de origem por **-ol**.

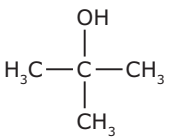
Exemplos:



etanol



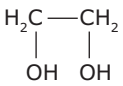
propan-2-ol



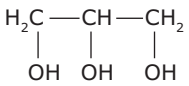
metilpropan-2-ol ou isobutanol

Nos poliálcoois, utilizamos os prefixos **di-**, **tri-**, **tetra-**, **penta-** e seus derivados antes do sufixo **-ol**.

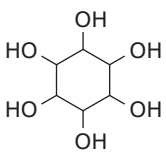
Exemplos:



etan-1,2-diol ou etilenoglicol



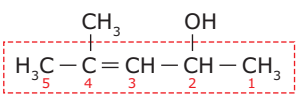
propan-1,2,3-triol, glicerol ou glicerina



cicloexan-1,2,3,4,5,6-hexol

A hidroxila, como qualquer grupo funcional, tem prioridade sobre insaturações e sobre grupos orgânicos no que se refere à numeração da cadeia principal.

Exemplo:

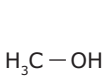


4-metilpent-3-en-2-ol

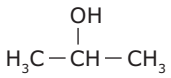
Nomenclatura usual

A nomenclatura usual para monoálcoois inicia-se com a palavra **álcool** seguida do nome do radical ligado à hidroxila com a terminação **-ico**.

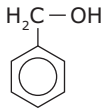
Exemplos:



álcool metílico



álcool isopropílico



álcool benzílico

Propriedades físicas e químicas dos álcoois

O grupo hidroxila é bastante polar e as moléculas dos álcoois são capazes de realizar ligações de hidrogênio. Por esse motivo, os álcoois possuem pontos de fusão e de ebulição muito maiores que os dos hidrocarbonetos homólogos. Os álcoois de cadeia carbônica curta apresentam solubilidade expressiva em água.

Os compostos pertencentes à função álcool são ácidos de Brönsted-Lowry tão fracos que não manifestam tal acidez em soluções aquosas, na maioria das vezes. Outras propriedades químicas dos álcoois serão discutidas posteriormente.

Aplicações dos álcoois

A importância industrial dos álcoois é bastante vasta quando comparada com a dos demais compostos oxigenados. Os álcoois são utilizados como matéria-prima para obtenção de outros compostos, como fármacos e ésteres, solventes (de tintas e vernizes, etc.), em perfumaria, em bebidas alcoólicas, como combustíveis, em produtos de limpeza, como aditivos em alimentos, etc.

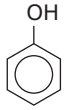
FENÓIS

Compostos que possuem como grupo funcional a hidroxila (—OH) ligada diretamente a um carbono de um anel aromático. Os fenóis podem ser considerados compostos derivados dos hidrocarbonetos aromáticos pela substituição de um ou mais hidrogênios por grupamentos hidroxila.

O caráter ácido dos fenóis é menos acentuado do que o dos ácidos carboxílicos, porém maior que o dos álcoois.

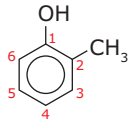
Nomenclatura usual e IUPAC

O fenol mais simples é o hidroxibenzeno, que pode ser chamado, simplesmente, de fenol.

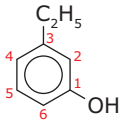


hidroxibenzeno ou fenol

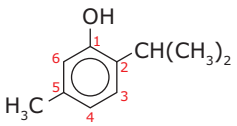
Muitos outros fenóis podem ser nomeados usando-se a palavra **fenol** como nome base, precedido pelos nomes dos substituintes.



2-metilfenol, *o*-metilfenol ou *o*-cresol

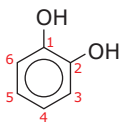


3-etilfenol ou *m*-etilfenol

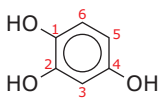


2-isopropil-5-metilfenol ou timol

No caso de polifenóis, podemos utilizar um sistema de nomenclatura muito semelhante ao dos álcoois, ou então o prefixo **hidroxi-**.



benzeno-1,2-diol, *o*-di-hidroxibenzeno ou catecol

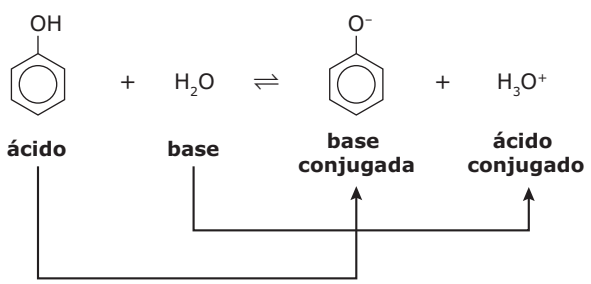


benzeno-1,2,4-triol ou 1,2,4-tri-hidroxibenzeno

Propriedades físicas e químicas dos fenóis

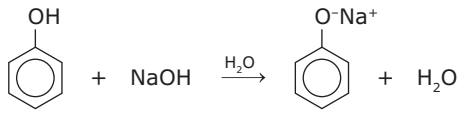
Os fenóis apresentam propriedades físicas comuns, como ponto de fusão, ponto de ebulição, densidade e solubilidade, parecidas com as de álcoois correspondentes. Por exemplo, o fenol comum é pouco solúvel em água, como seria de se esperar também para um monoálcool com seis carbonos.

Os fenóis são ácidos de Brönsted-Lowry e se ionizam em solução aquosa, originando soluções ligeiramente ácidas, já que são ácidos fracos.

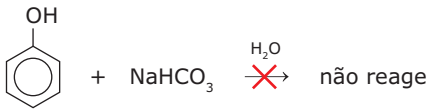


ácido **base** **base conjugada** **ácido conjugado**

Um fenol é capaz de reagir com bases inorgânicas fortes, como o NaOH, originando sal e água. No entanto, os fenóis não reagem com solução de bicarbonato de sódio, como fazem outros ácidos.



fenol — **fenolato de sódio (sal)**



Aplicações dos fenóis

Os fenóis são compostos que possuem uma gama enorme de aplicações. Entre as mais importantes, podemos citar a fabricação de resinas, de corantes e de explosivos. Devido à propriedade de coagularem as proteínas das bactérias, são utilizados também como antissépticos (poderosos bactericidas).

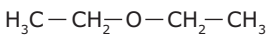
ÉTERES

São compostos que possuem o oxigênio ligado a dois carbonos da cadeia (—O—; oxi) como grupamento funcional. Os éteres podem ser considerados compostos derivados dos hidrocarbonetos pela substituição de um ou mais átomos de hidrogênio por radicais do tipo —OR ou —OAr (R = radical alifático e Ar = radical benzênico).

Nomenclatura IUPAC

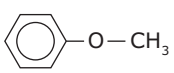
A nomenclatura de um éter inicia-se a partir do nome do radical (cadeia de menor número de carbonos) com a terminação **oxi**, adicionando-se o nome do hidrocarboneto de origem (cadeia de maior número de carbonos).

Exemplos:



etoxietano

metoxietano

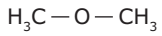


metoxibenzeno ou anisol

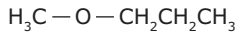
Nomenclatura usual

Inicia-se com a palavra **éter**, seguida dos nomes dos radicais (em ordem de complexidade), colocando-se no radical mais complexo a terminação **-ílico**.

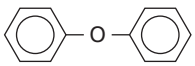
Exemplos:



éter (di)metílico



éter metilpropílico



éter (di)fenílico

Propriedades físicas e químicas dos éteres

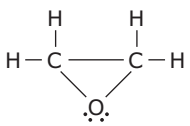
Os éteres, apesar de serem compostos oxigenados, possuem propriedades físicas mais parecidas com as dos hidrocarbonetos do que com as dos álcoois e as dos fenóis. No caso dos éteres, as ligações intermoleculares podem ser as interações dipolo-dipolo ou então as interações dipolo instantâneo-dipolo induzido; não há possibilidade de formação de ligações de hidrogênio entre moléculas de éteres.

Aplicações dos éteres

A utilização industrial dos éteres é muito vasta, sendo utilizados na fabricação da seda artificial e do celuloide; em perfumaria; em medicina, como anestésicos e no preparo de medicamentos; e como solventes de óleos, gorduras e resinas.

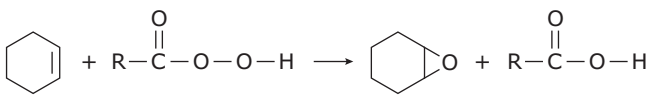
Epóxidos

Os epóxidos são éteres cíclicos com anéis de três membros. Na nomenclatura IUPAC, os epóxidos são chamados **oxiranos**. O epóxido mais simples recebe o nome de óxido de etileno ou, simplesmente, oxirano.



oxirano ou óxido de etileno

O método mais comum para a síntese de um epóxido é a reação de um alceno com um perácido orgânico.

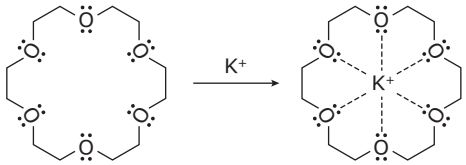


alceno — **ácido percarboxílico** — **epóxido** — **ácido carboxílico**

Nessa reação, o ácido percarboxílico transfere o oxigênio para o alceno. O óxido de etileno é muito importante na obtenção de polímeros solúveis em água (poliéteres).

Éteres de coroa

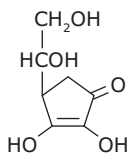
Compostos chamados de éteres de coroa podem transportar compostos iônicos para a fase orgânica. Éteres de coroa são chamados *x*-coroa-*y*, no qual *x* é o número total de átomos no anel, e *y* é o número de átomos de oxigênio. Um exemplo é o 18-coroa-6.



O relacionamento entre os éteres de coroa e os íons que eles transportam é chamado relacionamento hospedeiro-hóspede. No caso considerado, o 18-coroa-6 age como hospedeiro, e o cátion K^+ coordenado é o hóspede.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

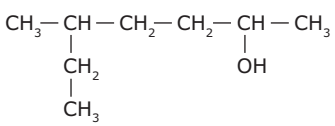
01. (PUC Minas) No nosso organismo, a falta de vitamina C, de fórmula



contida em frutas cítricas, limão, tomate, pimentão verde, causa a anomalia escorbuto. Na estrutura, o número de grupos que caracterizam a função álcool é

A) 1.
B) 2.
C) 3.
D) 4.
E) 5.

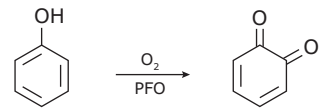
02. (EFOA-MG) De acordo com a IUPAC, o nome do composto de fórmula



é

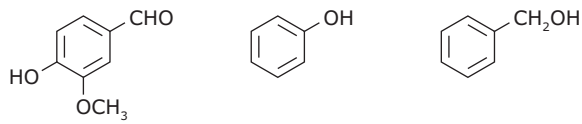
A) 5-etil-2-hexanol.
B) 3-metil-6-heptanol.
C) 2-etil-2-hexanol.
D) 2-metil-5-heptanol.
E) 5-metil-2-heptanol.

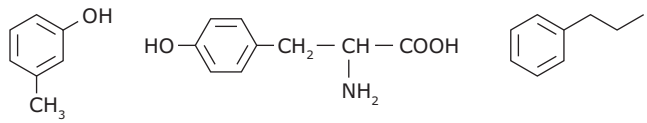
03. (Unimontes-MG) A polifenoloxidase (PFO) é uma enzima encontrada nos tecidos do abacate, da pera, da maçã, etc. e é responsável pelo aparecimento da cor escura quando esses alimentos são cortados e expostos ao oxigênio atmosférico. O substrato dessa enzima é qualquer composto fenólico, e a equação a seguir representa a reação ocorrida sob a ação da PFO na presença de O_2 e um possível substrato.



fenol — quinona (castanho-escuro)

Dados os seguintes compostos:





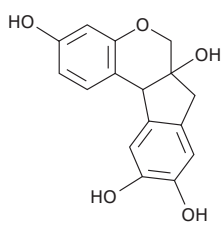
Das estruturas anteriores, o número de substâncias que **NÃO** são utilizadas como substrato da enzima é

A) 1.
B) 3.
C) 2.
D) 4.

04. (UNIRIO-RJ) *O pau-brasil ocupou o centro da história brasileira durante todo o primeiro século da colonização. Essa árvore, abundante na época da chegada dos portugueses e hoje quase extinta, só é encontrada em jardins botânicos, como o do Rio de Janeiro, e em parques nacionais, plantada vez por outra em cerimônias patrióticas.*

Coube a Robert Robinson, prêmio Nobel de Química de 1947, o privilégio de chegar à estrutura química da brasilina, substância responsável pela cor vermelha do pau-brasil.

Disponível em: <http://www.sbq.org.br>.



Que alternativa apresenta as **CORRETAS** funções orgânicas da brasilina?

A) Éter, álcool tetra-hidroxilado e amida

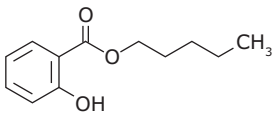
B) Fenol, álcool terciário e éter

C) Álcool, fenol e amina

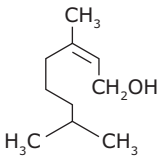
D) Fenol, éter e anidrido

E) Fenol, éter e éster

05. (UFV-MG) As estruturas a seguir representam substâncias que são usadas em perfumaria por apresentarem odores de flores:



estrutura I



estrutura II

Com relação às estruturas I e II, assinale a alternativa **CORRETA**.

A) I e II apresentam a função álcool.

B) A substância I apresenta maior acidez que a substância II.

C) A massa molar de I é menor que a massa molar de II.

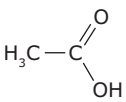
D) I e II representam substâncias saturadas.

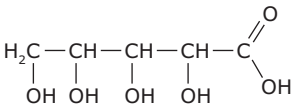
E) I e II representam substâncias classificadas como compostos aromáticos.

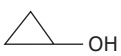
EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. (Mackenzie-SP) Compostos que apresentam pelo menos um grupo hidroxila ligado diretamente a átomo de carbono saturado ou são álcoois ou têm o grupo funcional dos álcoois. A única fórmula que **NÃO** se encaixa na informação é

A) H_3C-OH

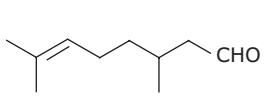
B) 

C) 

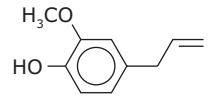
D) 

E) $H_2C=CH-CH_2-OH$

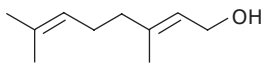
02. (UFPA–2006) O geraniol, uma substância obtida do óleo de rosas, é um álcool primário que apresenta dois carbonos terciários em sua estrutura química. A seguir, estão representadas as estruturas químicas de substâncias responsáveis por odores característicos.



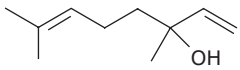
I



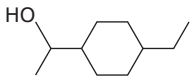
II



III



IV



V

Das estruturas anteriormente apresentadas, podemos concluir que o geraniol está representado pela estrutura química

A) I.

B) II.

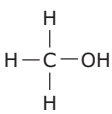
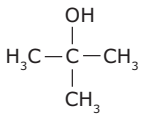
C) III.

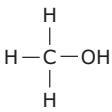
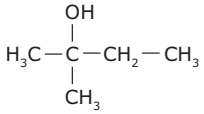
D) IV.

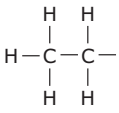
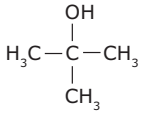
E) V.

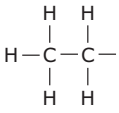
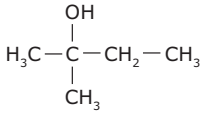
03. (UERJ) Um acidente com um trem, em junho de 2003, acarretou o despejo de metanol e de 2-metil-2-propanol no rio que abastece a cidade de Uberaba.

As fórmulas estruturais dos compostos mencionados estão representadas, respectivamente, em

A)  e 

B)  e 

C)  e 

D)  e 

04. (Mackenzie-SP–2006) O isopropanol, que tem fórmula estrutural

pode ser usado para limpar CDs e teclados de computadores. Esse composto é

A) conhecido no comércio pelo nome de formol.

B) o 2-propanol.

C) um álcool insaturado.

D) um álcool com cadeia carbônica ramificada.

E) isômero de função do 1-propanol.

05. Com relação aos álcoois, é **INCORRETO** afirmar que,

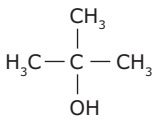
A) no álcool secundário, a hidroxila (—OH) está ligada a um carbono secundário.

B) em um álcool aromático, a hidroxila está ligada diretamente ao anel aromático.

C) o ponto de ebulição dos álcoois é geralmente mais elevado do que o ponto de ebulição dos éteres correspondentes, em virtude da formação de ligações de hidrogênio.

D) o álcool etílico é obtido, em larga escala, por processos de fermentação de açúcares.

E) pela nomenclatura usual, o álcool

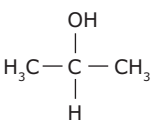


é denominado trimetil carbinol.

06. (UEBA) Os principais combustíveis usados atualmente pelo ser humano são obtidos através da destilação fracionada do petróleo. Assinale a alternativa que mostra um combustível de uso muito comum no Brasil, que **NÃO** é obtido a partir do petróleo.

A) C_8H_{18}

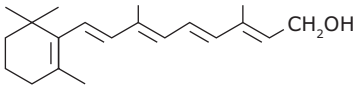
B) $H_3C—CH_2—OH$

C) 

D)

E) Na_2CO_3

07. (Izabela Hendrix-MG) A vitamina A está relacionada à visão e deve estar presente na dieta alimentar. A fórmula estrutural dessa vitamina é



Em relação a essa substância, é **CORRETO** afirmar que

A) é um hidrocarboneto.

B) possui a função álcool.

C) sua cadeia é saturada.

D) apresenta anel aromático.

E) é totalmente solúvel em água.

08. (UFES) O etanol se mistura com a água em qualquer proporção. Outra característica do etanol é que ele apresenta uma parte apolar em sua molécula e, por isso, também se dissolve em solventes apolares.

Dados os álcoois:

I. 2-butanol

II. n-hexanol

III. n-propanol

IV. n-octanol

A alternativa que representa **CORRETAMENTE** a ordem crescente de solubilidade em água dos álcoois citados anteriormente é

A) II, IV, III, I.

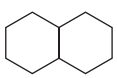
B) III, I, II, IV.

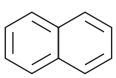
C) III, II, I, IV.

D) IV, II, I, III.

E) IV, II, III, I.

09. (UFMG) Considere as estruturas moleculares do naftaleno e da decalina, representadas pelas fórmulas a seguir:


decalina


naftaleno

Substituindo em ambas as moléculas um átomo de hidrogênio por um grupo hidroxila (—OH), obtêm-se dois compostos que pertencem, respectivamente, às funções

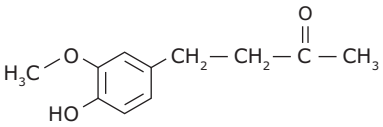
A) álcool e fenol.

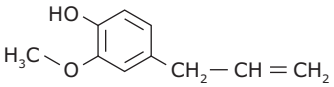
B) fenol e álcool.

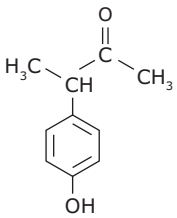
C) álcool e álcool.

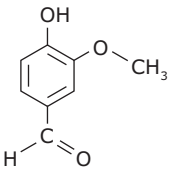
D) fenol e fenol.

10. (PUC-SP–2006) Os aromas e sabores dos alimentos são essenciais para nossa cultura na escolha, no preparo e na degustação dos alimentos. A seguir, estão representadas algumas das substâncias responsáveis pelas sensações características do gengibre, da framboesa, do cravo e da baunilha.

gingerona 

eugenol 

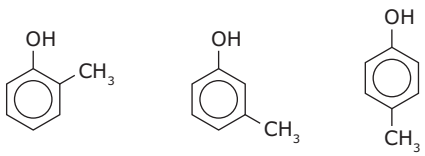
p-hidroxifenolbutan-2-ona 

vanilina 

A função química presente nas quatro estruturas representadas é

A) éster.
B) álcool.
C) cetona.
D) aldeído.
E) fenol.

11. (UFMT) A creolina, usada como desinfetante, consiste na mistura dos três compostos isômeros a seguir, neutralizada por NaOH.



I II III

O nome oficial do composto II (segundo a IUPAC) e a respectiva função química são

A) 1-metil-3-hidroxibenzeno – álcool.
B) *m*-metil-hidróxido de benzila – álcool.
C) *o*-metilfenol – fenol.
D) 1-hidróxi-3-metilbenzeno – fenol.
E) *p*-hidroxitolueno – fenol.

12. (UFRGS) O ortocresol, presente na creolina, resulta da substituição de um átomo de hidrogênio do hidroxibenzeno por um radical metila. A fórmula molecular do ortocresol é

A) C_7H_8O.
B) C_7H_9O.
C) C_6H_7O.
D) C_6H_8O.
E) C_6H_9O.

13. (Cesgranrio) Quantos éteres acíclicos diferentes têm fórmula molecular $C_4H_{10}O$?

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

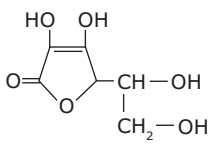
14. O éter metil-*t*-butílico, representado pela sigla MTBE, vem ganhando destaque no cenário mundial como aditivo da gasolina, uma vez que sua presença permite aumentar a octanagem do combustível. **ESCREVA** a fórmula estrutural do MTBE.

SEÇÃO ENEM

01. Poucos resistem aos apelos de retardar o envelhecimento ou aumentar a energia do organismo. Atualmente, uma alimentação saudável e a utilização de complementos alimentares vitamínicos estão em moda.

Alguns alimentos como as gorduras monoinsaturadas presentes no azeite e no óleo de amendoim são recomendáveis porque resistem bem à oxidação. Os alimentos que contêm antioxidantes, porém, são indispensáveis. Eles inibem a formação dos radicais livres – as substâncias resultantes das reações de oxidação no nosso organismo. Entre os antioxidantes, destacam-se a vitamina C (ácido ascórbico), presente em frutas e legumes; o betacaroteno, contido na cenoura, na abóbora e nas verduras de folhas verdes; a vitamina E, que se encontra no gérmen de trigo e nos óleos vegetais; o selênio dos peixes e mariscos; e os bioflavonoides do vinho tinto, do chá e do café.

VEJA NA SALA DE AULA, Guia do Professor, ano 3 (Adaptação).



ácido ascórbico

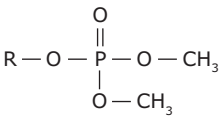
Com relação à vitamina C, é correto afirmar que

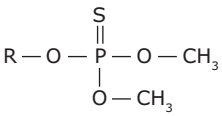
A) é um fenol heterocíclico.
B) é um diol insaturado.
C) possui os grupos funcionais de álcoois e éteres.
D) é um radical livre.
E) é um diol vicinal.

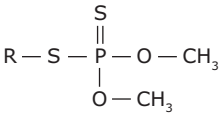
02. (Enem–2010) Os pesticidas modernos são divididos em várias classes, entre as quais se destacam os organofosforados, materiais que apresentam efeito tóxico agudo para os seres humanos. Esses pesticidas contêm um átomo central de fósforo ao qual estão ligados outros átomos ou grupo de átomos, como oxigênio, enxofre, grupos metoxi ou etoxi, ou um radical orgânico de cadeia longa. Os organofosforados são divididos em três subclasses: Tipo A, na qual o enxofre não se incorpora na molécula; Tipo B, na qual o oxigênio, que faz dupla ligação com fósforo, é substituído pelo enxofre; e Tipo C, no qual dois oxigênios são substituídos por enxofre.

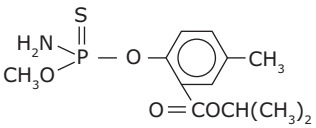
BAIRD, C. *Química Ambiental.* Bookman, 2005.

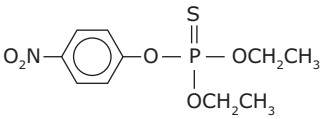
Um exemplo de pesticida organofosforado Tipo B, que apresenta grupo etoxi em sua fórmula estrutural, está representado em:

A)


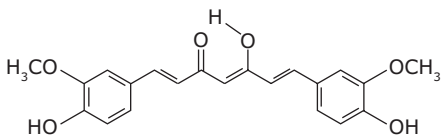
B)


C)


D)


E)


03. (Enem–2010) A curcumina, substância encontrada no pó amarelo-alaranjado extraído da raiz da curcuma ou açafrão-da-índia (*Curcuma longa*), aparentemente, pode ajudar a combater vários tipos de câncer, o mal de Parkinson e o de Alzheimer e até mesmo retardar o envelhecimento. Usada há quatro milênios por algumas culturas orientais, apenas nos últimos anos passou a ser investigada pela ciência ocidental.



ANTUNES, M. G. L. Neurotoxicidade induzida pelo quimioterápico cisplatina: possíveis efeitos citoprotetores dos antioxidantes da dieta curcumina e coenzima Q10. *Pesquisa FAPESP*. São Paulo, nº 168, fev. 2010 (Adaptação).

Na estrutura da curcumina, identificam-se grupos característicos das funções

A) éter e álcool.

B) éter e fenol.

C) éster e fenol.

D) aldeído e enol.

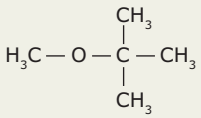
E) aldeído e éster.

GABARITO

Fixação

01. B
02. E
03. C
04. B
05. B

Propostos

01. B
02. C
03. A
04. B
05. B
06. B
07. B
08. D
09. A
10. E
11. D
12. A
13. C
14. 

Seção Enem

01. E
02. E
03. B

QUÍMICA

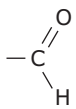
Aldeídos e cetonas

MÓDULO 08 FRENTE D

Aldeídos e cetonas são estruturalmente semelhantes, uma vez que ambos são compostos carbonílicos, isto é, apresentam a carbonila (C═O) como grupo funcional. A diferença é que os aldeídos possuem um átomo de hidrogênio e um grupo alquil ou aril ligados ao carbono da carbonila, ao passo que as cetonas possuem dois grupos alquil ou aril ligados à carbonila. O aldeído mais simples, denominado formaldeído, apresenta dois átomos de hidrogênio ligados à carbonila.

ALDEÍDOS

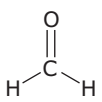
Compostos que possuem como grupo funcional a carbonila (C═O) em um carbono primário, ou seja, ligada a pelo menos um átomo de hidrogênio. Esse grupo funcional é denominado aldoxila ou aldo-carbonila.



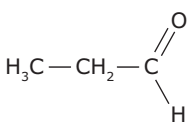
Nomenclatura IUPAC

A nomenclatura de um aldeído é idêntica à de um hidrocarboneto; apenas deveremos substituir a terminação **-o** do hidrocarboneto pela terminação **-al**. Para numerarmos a cadeia principal de um aldeído, devemos começar pelo carbono da carbonila.

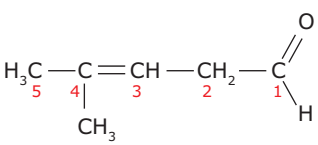
Exemplos:



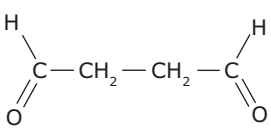
metanal ou formaldeído



propanal



4-metilpent-3-enal

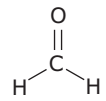


butanodial

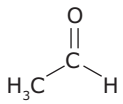
Nomenclatura usual

Alguns aldeídos podem ser nomeados empregando-se a palavra **aldeído** precedida pela seguinte combinação: prefixo + infixo + sufixo **–oico**.

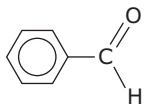
Exemplos:



aldeído metanoico ou aldeído fórmico



aldeído etanoico ou aldeído acético



aldeído benzoico ou benzaldeído

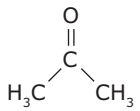
CETONAS

Compostos que possuem como grupo funcional a carbonila (C═O) em um carbono secundário, ou seja, ligada a dois átomos de carbono. Esse grupo funcional é também denominado ceto-carbonila.

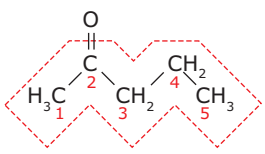
Nomenclatura IUPAC

A nomenclatura de uma cetona é idêntica à de um hidrocarboneto; apenas devemos substituir a terminação **-o** do hidrocarboneto pela terminação **-ona**. Deve-se numerar a cadeia principal de uma cetona, com 5 ou mais carbonos, começando-se pela extremidade mais próxima do carbono da carbonila. No caso de dicetonas, tricetonas, etc., devemos apenas acrescentar a terminação **-diona**, **-triona**, etc. ao nome do hidrocarboneto com o mesmo número de carbonos.

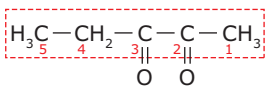
Exemplos:



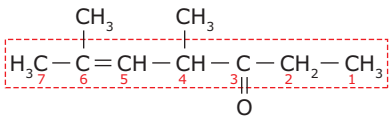
propanona ou acetona



pent-2-ona



pent-2,3-diona

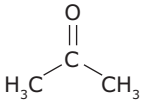


4,6-dimetilept-5-en-3-ona

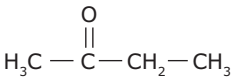
Nomenclatura usual

Citam-se os nomes, em ordem alfabética ou de complexidade, dos radicais ligados à carbonila e, em seguida, adiciona-se o termo **cetona**.

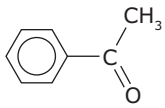
Exemplos:



dimetilcetona



etilmetilcetona



metilfenilcetona ou acetofinona

Nas cetonas, o carbono vizinho à carbonila é denominado carbono α, o vizinho a esse, carbono β, que, por sua vez, tem como vizinho o carbono γ e assim sucessivamente (seguindo o alfabeto grego).

PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DE ALDEÍDOS E CETONAS

Aldeídos e cetonas são semelhantes em suas propriedades físicas, mas diferentes em muitas propriedades químicas. A carbonila é um grupo funcional bastante polar, no entanto, as moléculas de aldeídos e cetonas não realizam ligações de hidrogênio entre si. Em vez disso, realizam, principalmente, interações dipolo-dipolo. Entretanto, os aldeídos e as cetonas podem fazer ligações de hidrogênio com outras moléculas em que há hidrogênio com núcleo exposto, como a água ou o etanol. Aldeídos e cetonas, em geral, possuem pontos de ebulição menores que os de álcoois homólogos e maiores que os de éteres com o mesmo número de carbonos na cadeia. Observa-se uma solubilidade em água considerável para alguns compostos carbonílicos, especialmente os de cadeia curta.

Aldeídos são bons redutores. Isso quer dizer que têm grande facilidade em sofrer oxidação, que pode ser pelo oxigênio atmosférico ou mesmo por oxidantes fracos, como o reativo de Fehling ou o reativo de Tollens (formação do espelho de prata). As cetonas dificilmente reagem nessas condições.

Reativo de Fehling

O reativo de Fehling corresponde a uma solução aquosa de $Cu(OH)_2$ em NaOH e tartarato de sódio e potássio. Contudo, a espécie química oxidante é o $Cu(OH)_2$.

O teste é positivo quando adicionamos o reativo de Fehling a uma amostra e ocorre a precipitação de um sólido vermelho, o Cu_2O. A equação genérica que representa esse fenômeno é a seguinte:

$$R{-}CHO + 2Cu(OH)_2 \rightarrow R{-}COOH + Cu_2O_{(s)} + 2H_2O$$

Todas as cetonas apresentam teste de Fehling negativo.

Reativo de Tollens

O reativo de Tollens corresponde a uma solução amoniacal de $AgNO_3$. Ao dissolvermos o nitrato de prata em amônia, há a formação da espécie química oxidante $Ag(NH_3)_2OH$.

O teste é positivo quando adicionamos o reativo de Tollens a uma amostra e ocorre a formação de prata metálica, que adere à parede do recipiente que contém a amostra, formando um espelho de prata e liberando amônia. A equação genérica que representa esse fenômeno é a seguinte:

$$R{-}CHO + 2Ag(NH_3)_2OH \rightarrow R{-}COONH_4 + 2Ag_{(s)} + 3NH_{3(g)} + H_2O$$

Todas as cetonas apresentam teste de Tollens negativo.

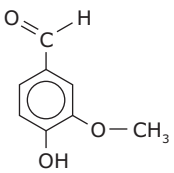
APLICAÇÕES DOS ALDEÍDOS E DAS CETONAS

Alguns aldeídos são utilizados como desinfetantes, como matéria-prima na produção de medicamentos e na produção de plásticos, corantes e perfumes.

Já as cetonas são utilizadas na preparação da seda, na produção de medicamentos e ainda como solventes.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01. (UFV-MG) A vanilina é uma substância encontrada nas vagens da baunilha, muito usada como aromatizante na indústria de alimentos. A estrutura do composto é a seguinte:



Assinale a alternativa que apresenta as três funções orgânicas oxigenadas presentes na estrutura da vanilina.

A) Éster, álcool, aldeído

B) Aldeído, fenol, éter

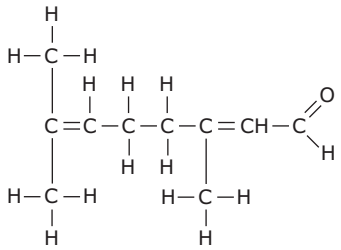
C) Fenol, éster, cetona

D) Aldeído, éter, álcool

E) Álcool, aldeído, cetona

02. (UFMT) Os aldeídos com poucos átomos de carbono na cadeia possuem odores desagradáveis, mas certos tipos, de alto peso molecular, têm odores agradáveis e são usados na fabricação de perfumes, cosméticos, sabões, etc. O citral tem forte sabor de limão, sendo usado como aromatizante cítrico.

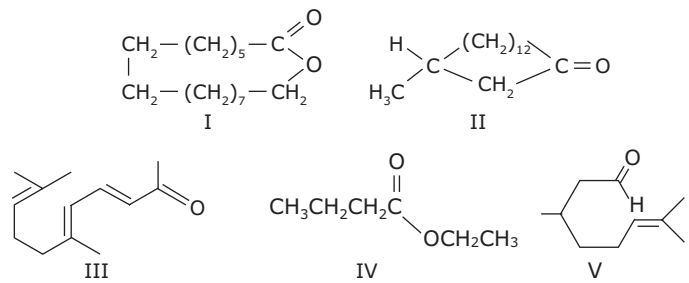
Observando a fórmula estrutural do citral,



pode-se concluir:

A) Seu nome científico é 3,7-dimetil-2,6-octadienal.
B) Seu nome científico é 2,6-dimetil-2,6-octadienal.
C) Sua fórmula molecular é $C_{20}H_{16}O$.
D) O citral tem carbonos secundários e primários.
E) O citral tem três carbonos primários.

03. (UFMG) Cetonas macrocíclicas são usadas em perfumes porque possuem intenso cheiro de almíscar e retardam a evaporação de constituintes mais voláteis.



A identificação **CERTA** das estruturas de substâncias com cheiro de almíscar é

A) I, II, III, IV e V.
B) II, III e V.
C) I e II.
D) I e IV.
E) II.

04. (FUVEST-SP) *Palíndromo – Diz-se da frase ou palavra que, ou se leia da esquerda para a direita, ou da direita para a esquerda, tem o mesmo sentido.*

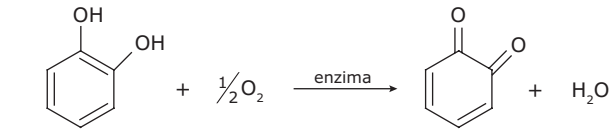
AURÉLIO. *Novo Dicionário da Língua Portuguesa*. 2. ed., 40. Imp. Rio De Janeiro: Ed. Nova Fronteira, 1986, p. 1251.

"Roma me tem amor" e "A nonanona" são exemplos de palíndromo.

A nonanona é um composto de cadeia linear. Existem quatro nonanonas lineares.

A) **ESCREVA** a fórmula estrutural de cada uma dessas nonanonas.
B) Entre as fórmulas do item A, **ASSINALE** aquela que poderia ser considerada um palíndromo.
C) De acordo com a nomenclatura química, podem-se dar dois nomes para o composto do item B. Quais são esses nomes?

05. (UFMG) Certas frutas – a banana e a maçã, por exemplo – escurecem em contato com o ar, quando são descascadas. Isso ocorre devido à conversão de substância *orto*-hidroquinona em *orto*-benzoquinona, catalisada por uma enzima.



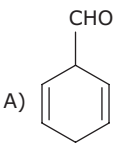
orto-hidroquinona (cor clara) — *orto*-benzoquinona (cor escura)

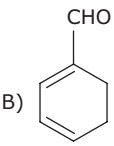
Considerando-se essas substâncias e suas moléculas, é **INCORRETO** afirmar que

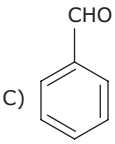
A) a *orto*-hidroquinona apresenta duas hidroxilas fenólicas.
B) a *orto*-benzoquinona apresenta duas carbonilas em suas moléculas.
C) a *orto*-benzoquinona apresenta moléculas saturadas.
D) a *orto*-hidroquinona sofre oxidação na conversão apresentada.

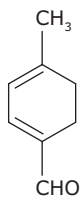
EXERCÍCIOS PROPOSTOS

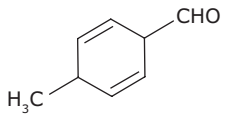
01. (UFOP-MG) A alternativa que apresenta um aldeído aromático é

A) 

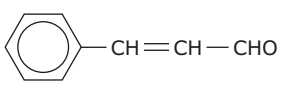
B) 

C) 

D) 

E) 

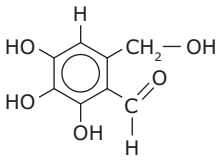
02. (Cesgranrio) A substância cuja molécula está representada a seguir é responsável pelo aroma natural de canela.



A função orgânica a que pertence essa substância é

A) hidrocarboneto.
B) fenol.
C) éter.
D) cetona.
E) aldeído.

03. (FUVEST-SP) O bactericida FOMECIN A, cuja fórmula estrutural é



apresenta as funções

A) ácido carboxílico e fenol.
B) álcool, fenol e éter.
C) álcool, fenol e aldeído.
D) éter, álcool e aldeído.
E) cetona, fenol e hidrocarboneto.

04. (FMTM-MG) *O bom uísque se conhece no dia seguinte. Essa tequila você pode beber sem medo do dia seguinte.*

Essas frases, comuns em propagandas de bebidas alcoólicas, referem-se à dor de cabeça que algumas bebidas causam. O principal responsável por ela é uma substância chamada etanal.

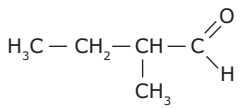
Assinale a alternativa que apresenta a função química e a fórmula estrutural dessa substância.

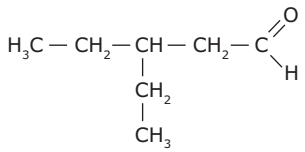
A) Álcool, $H_3C—CHO$
B) Aldeído, $H_3C—CH_2OH$
C) Aldeído, $H_3C—CHO$
D) Álcool, $H_3C—OH$
E) Aldeído, $H_3C—OH$

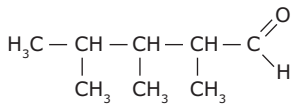
05. (UFMG) A combustão incompleta do metanol pode produzir formaldeído (ou metanal). As fórmulas dessas substâncias são, respectivamente,

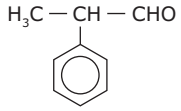
A) CH_4 e CH_3OH.
B) CH_4 e CH_2O.
C) CH_3OH e CH_2O.
D) CH_3OH e CH_2O_2.
E) CH_4 e CH_2O_2.

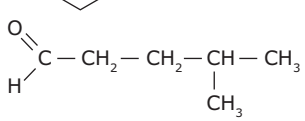
06. **ESCREVA** o nome dos seguintes aldeídos:

A) 

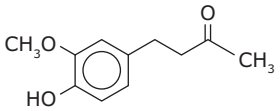
B) 

C) 

D) 

E) 

07. (FGV-SP–2007) O gengibre é uma planta da família das zingiberáceas, cujo princípio ativo aromático está no rizoma. O sabor ardente e acre do gengibre vem dos fenóis gingerol e zingerona.



zingerona

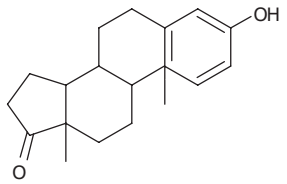
Na molécula de zingerona, são encontradas as funções orgânicas

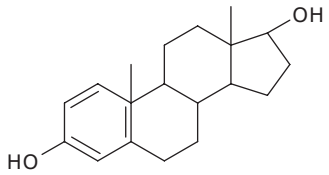
A) álcool, éter e éster.
B) álcool, éster e fenol.
C) álcool, cetona e éter.
D) cetona, éter e fenol.
E) cetona, éster e fenol.

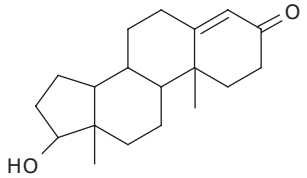
08. (UERJ–2006) Na tabela a seguir, são relacionados quatro hormônios esteroides e suas correspondentes funções orgânicas.

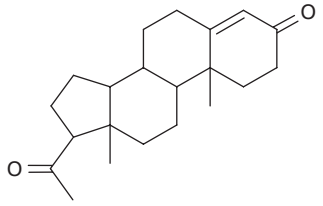
Hormônio	Função Orgânica
Progesterona	cetona
Estrona	fenol e cetona
Testosterona	cetona e álcool
Estradiol	fenol e álcool

O hormônio que é secretado pelas células de Leydig, encontradas nas gônadas masculinas, é representado pela seguinte estrutura:

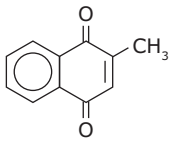
A) 

B) 

C) 

D) 

09. (FUVEST-SP) Na vitamina K_3 (fórmula a seguir), reconhece-se o grupo funcional



A) ácido carboxílico.

B) aldeído.

C) éter.

D) fenol.

E) cetona.

10. (Fatec-SP) Na indústria de alimentos, sua aplicação mais importante relaciona-se à extração de óleos e gorduras de sementes, como soja, amendoim e girassol. À temperatura ambiente, é um líquido que apresenta odor agradável, e muito utilizado como solvente de tintas, vernizes e esmaltes. Trata-se da cetona mais simples.

O nome oficial e a fórmula molecular da substância descrita pelo texto anterior são, respectivamente,

A) butanal e C_4H_8O.

B) butanona e C_4H_7OH.

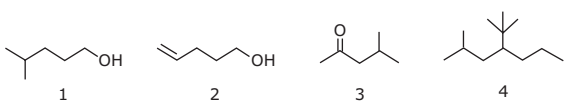
C) etanona e C_2H_4O.

D) propanal e C_3H_6O.

E) propanona e C_3H_6O.

11. A fenilmetilcetona pode ser utilizada como matéria-prima para a fabricação de gás lacrimogêneo. **ESCREVA** a fórmula estrutural dessa substância.

12. (UFV-MG–2010) Observe as fórmulas estruturais dos compostos orgânicos a seguir:



Assinale a alternativa que apresenta os nomes sistemáticos dos compostos 1, 2, 3 e 4.

A) 4-metilpentan-1-ol, pent-4-en-1-ol, 4-metilpentan-2-ona, 2-metil-4-tert-butileptano

B) 2-metilpentan-5-ol, pent-1-en-5-ol, 2-metilpentan-4-ona, 2-metil-4-tert-butileptano

C) 2-metilpentan-5-ol, pent-1-en-5-ol, 2-metilpentan-4-ona, 4-tert-butil-2-metileptano

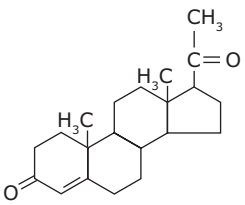
D) 4-metilpentan-1-ol, pent-4-en-1-ol, 4-metilpentan-2-ona, 4-tert-butil-2-metileptano

SEÇÃO ENEM

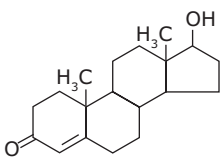
01. Produzido nos testículos, a testosterona é fundamental para o homem desde a sua vida intra-uterina. É ela que define as características masculinas do bebê. Por volta da sexta semana de gestação, estimulado pela presença do cromossomo Y, o útero materno libera a substância no organismo do feto. É nesse momento que se formam o pênis e os testículos do menino. Durante a infância não há a produção do hormônio. É só na puberdade que ele volta à ativa – aliás, com intensidade vulcânica. Entre 15 e 18 anos, a produção de testosterona atinge o seu pico, podendo chegar a 1 bilionésimo de grama de hormônio por 0,1 litro de sangue – uma substância poderosa em quantidades tão ínfimas. O rapazinho ganha barba e pêlos, a voz engrossa e o corpo franzino começa a exibir músculos mais definidos.

O principal hormônio feminino é a progesterona. Mas, a mulher também necessita da testosterona e a produz nos ovários e nas glândulas supra-renais, não ultrapassando 8 namogramas. Segundo os médicos, ela parece ter a nobre função de regular a libido feminina.

VEJA, ano 33, nº 17, 26 abr. 2000, p. 118-120 (Adaptação).



Progesterona



Testosterona

Nas estruturas dos hormônios sexuais feminino e masculino, identificam-se, respectivamente, grupos característicos das funções

A) cetona e cetona.

B) cetona e fenol-cetona.

C) cetona e cetona-álcool.

D) aldeído e ceto-álcool.

E) aldeído e ceto-enol.

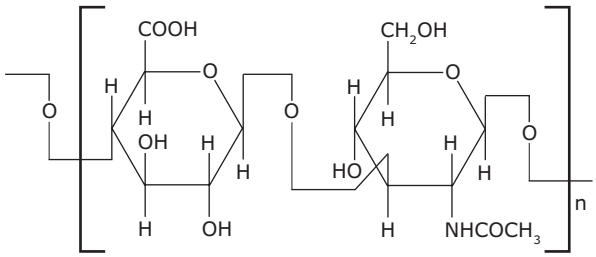
02.

O corpo em dia

A medicina estética amplia a oferta de alternativas rápidas e menos agressivas.

As rugas

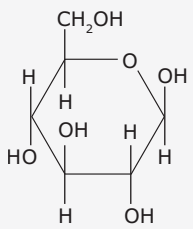
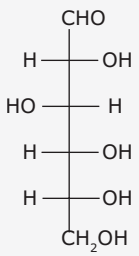
Um dos recursos para a diminuição das rugas faciais é a toxina botulínica (substância proveniente da bactéria *Clostridium botulinum*), que, injetada no músculo, promove uma paralisia muscular temporária. Onde a ação muscular não pode ser abolida, a solução é preencher rugas e sulcos com injeção de produtos como o ácido hialurônico.



Unidade repetitiva do ácido hialurônico.

As varizes

Um método utilizado é a crioescleroterapia, que utiliza injeções de glicose ($C_6H_{12}O_6$), em alta concentração, aetoxiesclerol ou polidocanol, que destrói o vaso sanguíneo. Um equipamento diminui a temperatura do produto injetado para 40 a 50 graus abaixo de zero. A parede interna do vaso é destruída pelo frio, que diminui a sensação de dor e aumenta a potência do tratamento.

	
β-D-glicopiranose (glicose cíclica)	D-glicose (glicose acíclica)

ISTOÉ Especial – Saúde da Mulher, p. 62-65, set. / out. 2001 (Adaptação).

A partir das informações contidas no texto, conclui-se que

A) no ácido hialurônico podem-se identificar os grupos funcionais éter cíclico, cetona e álcool.

B) a β-D-glicopiranose e a D-glicose apresentam a mesma fórmula mínima (CH_2O) e, portanto, são a mesma substância.

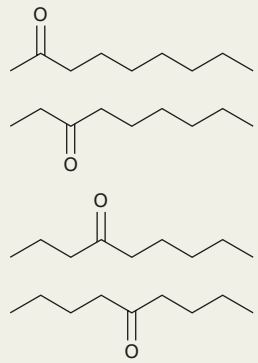
C) a glicose, na forma acíclica, é um polifenol aldeído.

D) o ácido hialurônico é um poliálcool éter.

E) a β-D-glicopiranose apresenta apenas um grupo funcional de álcool primário.

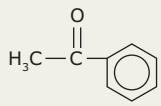
GABARITO

Fixação

01. B
02. Corretas: A e D
03. E
04. A) 

B) Nonan-5-ona
C) Nonan-5-ona e dibutilcetona (cetona dibutílica).
05. C

Propostos

01. C
02. E
03. C
04. C
05. C
06. A) 2-metilbutanal
B) 3-etilpentanal
C) 2,3,4-trimetilpentanal
D) 2-fenilpropanal
E) 4-metilpentanal
07. D
08. C
09. E
10. E
11. 

12. D

Seção Enem

01. C
02. D

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

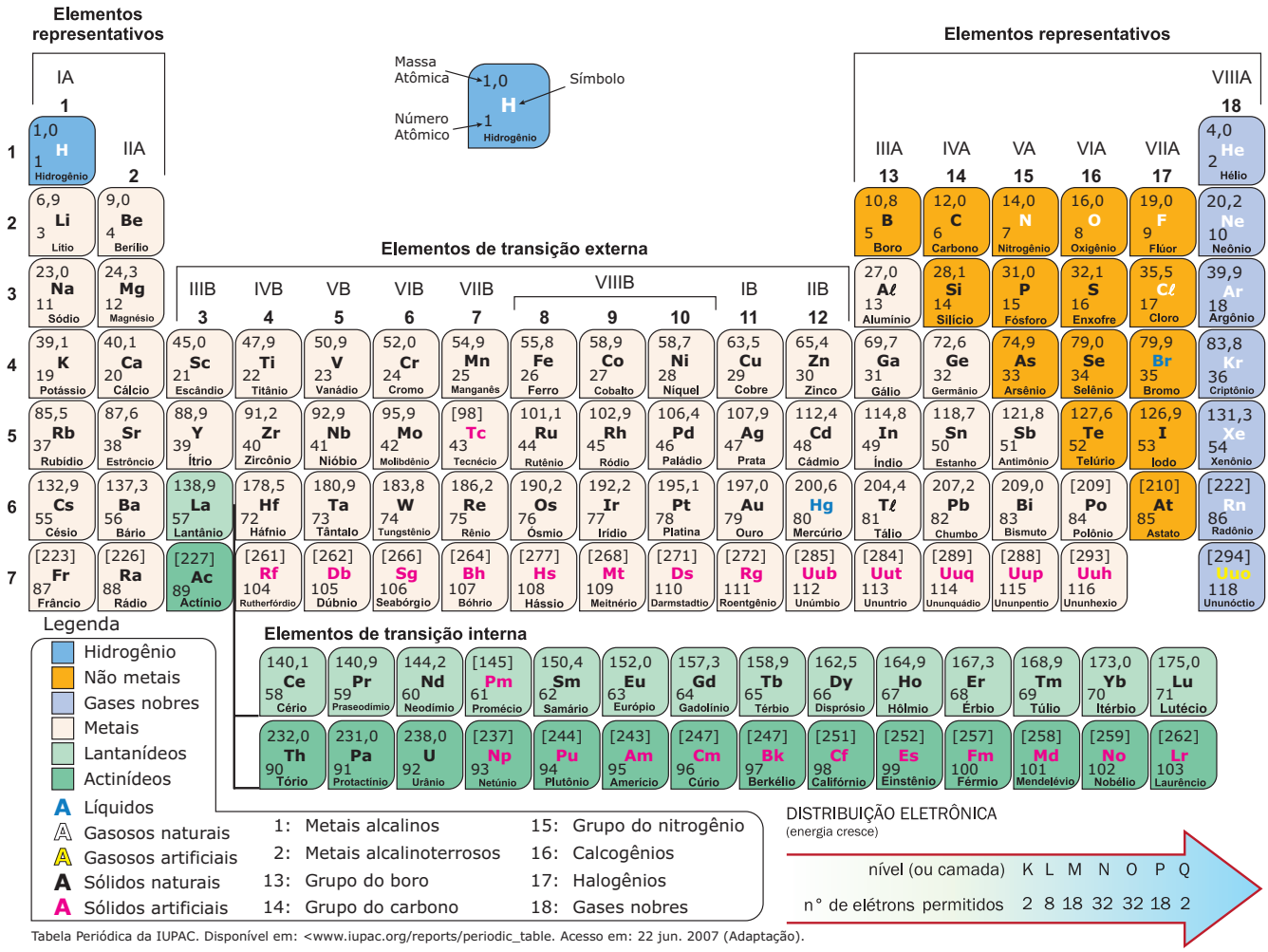


Tabela Periódica da IUPAC. Disponível em: <www.iupac.org/reports/periodic_table. Acesso em: 22 jun. 2007 (Adaptação).

PROPRIEDADES GERAIS DAS SUBSTÂNCIAS

	Iônica	Molecular	Covalente	Metálica
Unidades	cátions e ânions	moléculas	átomos	cátions metálicos
Exemplos	NaCℓ, MgO, $CaCO_3$	H_2O, I_2, CO_2	diamante, quartzo, grafita	Na, Mg, Fe
Forças de coesão entre as unidades	atração eletrostática (ligação iônica)	interações intermoleculares	ligações covalentes	atração eletrostática entre os cátions metálicos e o mar de elétrons livres (ligação metálica)
Dureza	duras, porém quebradiças	macias	muito duras (exceto a grafita)	de macias a duras, maleáveis
Ponto de Fusão	alto	baixo	muito alto	de baixo a alto
Condutividade elétrica	alta quando fundidas ou em soluções aquosas	quase nula	quase nula (exceto a grafita)	alta
Solubilidade em água dos compostos sólidos	em geral, são solúveis	moléculas polares geralmente são solúveis	insolúveis	insolúveis

SOLUBILIDADE DOS SAIS EM ÁGUA

Substância	Regra geral	Exceção
Nitratos ⇒ NO_3^-	Solúveis	
Acetatos ⇒ CH_3COO^-	Solúveis	Ag^+(*)
Cloretos ⇒ $C\ell^-$ Brometos ⇒ Br^- Iodetos ⇒ I^-	Solúveis	Ag^+, Hg_2^{2+} e Pb^{2+}
Fluoretos ⇒ F^-	Insolúveis	Ag^+, NH_4^+ e alcalinos
Hidróxidos ⇒ OH^-	Insolúveis	Alcalinos, NH_4^+, Ca^{2+}(*), Sr^{2+}(*) e Ba^{2+}(*)
Sulfetos ⇒ S^{2-}	Insolúveis	NH_4^+, alcalinos e alcalinoterrosos(*)
Sulfatos ⇒ SO_4^{2-}	Solúveis	Ca^{2+}(*), Sr^{2+}(*), Ba^{2+}(*), Pb^{2+}, Ag^+(*) e Hg^{2+}
Fosfatos ⇒ PO_4^{3-} Carbonatos ⇒ CO_3^{2-} Sulfitos ⇒ SO_3^{2-} Oxalatos ⇒ $C_2O_4^{2-}$	Insolúveis	NH_4^+ e alcalinos
Compostos de alcalinos Compostos de amônio	Solúveis	$KC\ell O_4$

(*) = Parcialmente solúvel

FILA DE REATIVIDADE

ordem decrescente

METAIS Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Aℓ, Mn, Zn, Cr, Cd, Co, Fe, Ni, Sn, Pb, H, Cu, Ag, Hg, Pt, Au
(metais nobres)

NÃO METAIS F, Cℓ, Br, I, S

ESCALA DE ELETRONEGATIVIDADE

F	O	N	Cℓ	Br	I	S	C	Au	Se	Pt	Ru	Rh	Pd	At	Os	Ir	P	H	Te	As	B	Po
4,0	3,5	3,0	3,0	2,8	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0

ordem decrescente

NOMENCLATURA DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

Prefixo		Infixo	Sufixo
Número de carbonos na cadeia principal		Tipo de ligação entre carbonos	Função a que o composto pertence
Nº de carbonos		**Tipo de ligação**	**Funções**
1 C → met	11 C → undec	saturada → an	hidrocarbonetos → o
2 C → et	12 C → dodec	insaturadas entre carbonos:	álcoois → ol
3 C → prop	13 C → tridec		éter → ílico (usual)
4 C → but	15 C → pentadec	1 dupla → en	aldeído → al
5 C → pent	20 C → icos	1 tripla → in	cetona → ona
6 C → hex	30 C → triacont	2 duplas → adien	ácidos carboxílicos → oico
7 C → hept	40 C → tetracont	2 triplas → adiin	amina → amina
8 C → oct	50 C → pentacont		amida → amida
9 C → non	80 C → octacont	1 dupla e 1 tripla → enin	nitrila → nitrila
10 C → dec	100 C → hect		anidrido → oico

Se o composto for cíclico, receberá o prenome → ciclo

NOMENCLATURA DOS COMPOSTOS INORGÂNICOS

Ácidos

Hidrácidos:

ácido *(nome do ânion menos -eto)* + ídrico

$C\ell^-$ → ânion cloreto — $HC\ell$ → ácido clorídrico

Oxiácidos:

A) Quando o elemento forma um único oxiácido:

ácido *(nome do ânion menos -ato)* + ico

CO_3^{2-} → ânion carbonato — H_2CO_3 → ácido carbônico

B) Quando o elemento forma mais de um oxiácido (NOx variável):

quando o NOx for igual a +7	ácido per *(nome do ânion menos -ato)* + ico
$C\ell O_4^-$ → ânion perclorato	$HC\ell O_4$ → ácido perclórico
quando o NOx for igual a +6 ou +5	ácido *(nome do ânion menos -ato)* + ico
$C\ell O_3^-$ → ânion clorato	$HC\ell O_3$ → ácido clórico (NOx = +5)
SO_4^{2-} → ânion sulfato	H_2SO_4 → ácido sulfúrico (NOx = +6)
quando o NOx for igual a +4 ou +3	ácido *(nome do ânion menos -ito)* + oso
$C\ell O_2^-$ → ânion clorito	$HC\ell O_2$ → ácido cloroso (NOx = +3)
SO_3^{2-} → ânion sulfito	H_2SO_3 → ácido sulforoso (NOx = +4)
quando o NOx for igual a +1	ácido hipo *(nome do ânion menos -ito)* + oso
$C\ell O^-$ → ânion hipoclorito	$HC\ell O$ → ácido hipocloroso

Bases

hidróxido de *(nome do elemento)*

$Mg(OH)_2$ → hidróxido de magnésio

Quando o elemento apresenta mais de um NOx, devemos utilizar a notação de Stock:

AuOH → hidróxido de ouro (I)

$Au(OH)_3$ → hidróxido de ouro (III)

Óxidos

A) Quando o elemento forma apenas um óxido (NOx fixo):

óxido de *(nome do elemento)*

CaO → óxido de cálcio

B) Quando o elemento forma dois ou mais óxidos (NOx variável):

Sistemática (prefixos gregos)

FeO → monóxido de monoferro ou óxido de ferro

Fe_2O_3 → trióxido de diferro

Notação de Stock (NOx – Algarismos romanos)

Essa notação é útil quando se quer especificar o estado de oxidação do elemento.

Fe_2O_3 → óxido de ferro (III)

FeO → óxido de ferro (II)

– O prefixo mono pode ser omitido antes do nome do elemento e, algumas vezes, também antes da palavra óxido, desde que não resulte em ambiguidade. Isso também pode ocorrer com os demais prefixos.

Sais normais

(nome do ânion) de *(nome do cátion)*

K_2CO_3 → carbonato de potássio

$Mg(C\ell O_3)_2$ → clorato de magnésio

Para elementos que apresentam mais de um NOx, utilize a notação de Stock:

$FeSO_4$ → sulfato de ferro (II)

$Fe_2(SO_4)_3$ → sulfato de ferro (III)

Hidrogeno-Sais

Adição do prefixo hidrogeno ao nome do sal normal, acrescido dos prefixos mono, di, tri, etc.

$NaHCO_3$ → (mono)hidrogenocarbonato de sódio

KH_2PO_4 → di-hidrogenofosfato de potássio

Hidroxi-Sais

Adição do prefixo hidroxi ao nome do sal normal, acrescido dos prefixos mono, di e tri.

$Cu_2(OH)_3C\ell$ → tri-hidroxicloreto de cobre (II)

Sais duplos e triplos

Em geral, os cátions são colocados da esquerda para a direita, em ordem decrescente de eletronegatividade.

$KNaSO_4$ → sulfato (duplo) de potássio e sódio

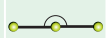
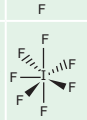
$PbC\ell F$ → cloreto-fluoreto de chumbo (II)

$Cs_2CuPb(NO_3)_6$ → nitrato (triplo) de dicésio, cobre (II) e chumbo (II)

NOX USUAIS

Elementos	NOx	Ocorrência	Exemplos
IA(1) ⇒ Metais alcalinos: Li, Na, K, Rb, Cs e Fr	+1	Substâncias compostas	$K_2Cr_2O_7$ $NaC\ell$ KOH
IIA(2) ⇒ Metais alcalino-terrosos: Be, Mg, Ca, Sr, Ba e Ra	+2	Substâncias compostas	CaO $BeC\ell_2$ $BaSO_4$
VIA(16) ⇒ Calcogênios: S, Se e Te	–2	Substâncias binárias em que o calcogênio é o elemento mais eletronegativo	H_2S CS_2 CaSe
VIIA(17) ⇒ Halogênios: F, Cℓ, Br e I	–1	Substâncias binárias em que o halogênio é o elemento mais eletronegativo	OF_2 $NaC\ell$ $HC\ell$
Ag ⇒ Prata	+1	Substâncias compostas	$AgNO_3$ $AgC\ell$ AgCN
Zn ⇒ Zinco	+2	Substâncias compostas	$Zn(OH)_2$ $ZnC\ell_2$ ZnO
Aℓ ⇒ Alumínio	+3	Substâncias compostas	$A\ell_2S_3$ $A\ell C\ell_3$ $A\ell_2(SO_4)_3$
H ⇒ Hidrogênio	+1	Substâncias compostas em que o hidrogênio é o elemento menos eletronegativo	H_2O NH_3 H_2SO_4
	–1	Substâncias compostas em que o hidrogênio é o elemento mais eletronegativo	SiH_4 CaH_2
O ⇒ Oxigênio	+2	Em fluoretos	OF_2
	+1	Em fluoretos	O_2F_2
	–1	Em peróxidos (compostos binários)	H_2O_2 Na_2O_2
	$-\frac{1}{2}$	Em superóxidos (compostos binários)	CaO_4 Na_2O_4
	–2	Em óxidos (compostos binários)	H_2O Na_2O
	–2	Excetuando-se os casos anteriores	$K_2Cr_2O_7$ $KMnO_4$ H_2SO_4

GEOMETRIA DAS MOLÉCULAS

Nº de átomos que se ligam	Geometria molecular	Forma da molécula	Ângulos	Exemplos
2	Linear		180º	HCℓ
3	Linear		180º	CO_2
	Angular (com presença de elétrons não ligantes no átomo central)		variável	H_2O
4	Trigonal plana		120º	HCHO
	Piramidal (com presença de um par de elétrons não ligantes no átomo central)		variável	NH_3
5	Tetraédrica		109º28′	CH_4
6	Bipirâmide trigonal		120º e 90º	$PC\ell_5$
7	Octaédrica		90º	SF_6
8	Bipirâmide pentagonal		72º e 90º	 IF_7

Geometria	Condição: ligantes ao átomo central	Polaridade
Linear, trigonal plana, tetraédrica e bipiramidal	Iguais	Apolar
	Diferentes	Polar
Angular e piramidal	Iguais ou diferentes	Polar

NOx	Ânion	Nome
Halogênios		
–1	F^-	fluoreto
–1	$C\ell^-$	cloreto
–1	Br^-	brometo
–1	I^-	iodeto
+1	$C\ell O^-$	hipoclorito
+3	$C\ell O_2^-$	clorito
+5	$C\ell O_3^-$	clorato
+7	$C\ell O_4^-$	perclorato
+1	BrO^-	hipobromito
+5	BrO_3^-	bromato
+1	IO^-	hipoiodito
+5	IO_3^-	iodato
+7	IO_4^-	periodato
Nitrogênio		
+3	NO_2^-	nitrito
+5	NO_3^-	nitrato
Carbono		
+2	CN^-	cianeto
+4	CNO^-	cianato
+4	CNS^-	tiocianato
–3 e +3	H_3CCOO^-	acetato
+4	CO_3^{2-}	carbonato
+4	HCO_3^-	bicarbonato
+3	$C_2O_4^{2-}$	oxalato
Enxofre		
–2	S^{2-}	sulfeto
+4	SO_3^{2-}	sulfito
+6	SO_4^{2-}	sulfato
+2	$S_2O_3^{2-}$	tiossulfato
+7	$S_2O_8^{2-}$	persulfato
Fósforo		
+1	$H_2PO_2^-$	hipofosfito
+3	HPO_3^{2-}	fosfito
+5	PO_4^{3-}	(orto)fosfato
+5	PO_3^-	metafosfato
+5	$P_2O_7^{4-}$	pirofosfato
Outros		
–1	H^-	hidreto
–2	O^{2-}	óxido
–1	O_2^{2-}	peróxido
–2	OH^-	hidróxido
+3	$Fe(CN)_6^{3-}$	ferricianeto
+2	$Fe(CN)_6^{4-}$	ferrocianeto
+6	CrO_4^{2-}	cromato
+6	$Cr_2O_7^{2-}$	dicromato
+7	MnO_4^-	permanganato
+6	MnO_4^{2-}	manganato
+4	MnO_3^{2-}	manganito
+3	AlO_3^-	aluminato
+2	ZnO_2^{2-}	zincato
+4	SiO_3^{2-}	metassilicato
+6	SiO_4^{4-}	(orto)silicato
+2	SnO_2^{2-}	estanito
+4	SnO_3^{2-}	estanato
+2	PbO_2^{2-}	plumbito
+4	PbO_3^{2-}	plumbato
+3	AsO_3^{3-}	arsenito
+5	AsO_4^{3-}	arseniato
+3	SbO_3^{3-}	antimonito
+3	BO_3^{3-}	borato
+4	SiF_6^{2-}	fluorsilicato

Cátion	Nome
NH_4^+	amônio
H^+	hidrogênio
H_3O^+	hidroxônio
$A\ell^{3+}$	alumínio
Ba^{2+}	bário
Bi^{3+}	bismuto
Cd^{2+}	cádmio
Ca^{2+}	cálcio
Pb^{2+}	chumbo (II)
Pb^{4+}	chumbo (IV)
Co^{2+}	cobalto (II)
Co^{3+}	cobalto (III)
Cu^+	cobre (I)
Cu^{2+}	cobre (II)
Cr^{2+}	cromo (II)
Cr^{3+}	cromo (III)
Sn^{2+}	estanho (II)
Sn^{4+}	estanho (IV)
Fe^{2+}	ferro (II)
Fe^{3+}	ferro (III)
La^{3+}	lantânio
Li^+	lítio
Mn^{2+}	manganês (II)
Mn^{3+}	manganês (III)
Mn^{4+}	manganês (IV)
Hg_2^{2+}	mercúrio (I)
Hg^{2+}	mercúrio (II)
Ni^{2+}	níquel (II)
Ni^{3+}	níquel (III)
Au^+	ouro (I)
Au^{3+}	ouro (III)
Pt^{2+}	platina (II)
Pt^{4+}	platina (IV)
K^+	potássio
Ag^+	prata
Ra^{2+}	rádio
Rb^+	rubídio
Na^+	sódio
Ti^{4+}	titânio (IV)
Zn^{2+}	zinco